



تحليل اقتصادي لواقع إنتاج الكهرباء والطلب عليها ومؤشرات السلامة البيئية بمحافظة السليمانية

أ.م.د. خالد حيدر عبد علي

الباحثة بيروت محمد امين

وزارة المالية / محافظة السليمانية

تدريسي في جامعة السليمانية وجامعة جيهان

المستخلص

يشكل التحول المتزايد في جميع انحاء العالم إلى الطاقة السليمة بيئياً قصة نجاح في العديد من البلدان، وان الدروس المستفادة من هذه التجارب تثبت كونها اداة فعالة من اجل التحول نحو مسار أكثر استدامة، وتوجد العديد من العوامل التي يمكن ان تساهم في تعزيز هذا التحول منها، نضوب مصادر الطاقة التقليدية، وحجم التلوث البيئي لتوليد الكهرباء، والدعم لمصادر الطاقة السليمة بيئياً وتوفير وامن الطاقة والسياسات المتبعة للطاقة.

تواجه محافظة السليمانية ازمة طاقة كهربائية حقيقية نتيجة زيادة السكان، والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، والتي ساهمت في زيادة الطلب على الكهرباء بنسبة تفوق القدرة التوليدية ولمواجهة هذه الزيادة، فقد اعتمد قطاع الكهرباء استراتيجية اقامة مشاريع توليد الكهرباء المستخدمة للوقود الأحفوري والتي ادت إلى الاثار الخارجية، وبالتالي التكلفة الخارجية، والتي يتحملها المجتمع وتكون عبئاً على الموازنة الحكومية. و بالمقابل فان التحول إلى استخدام الطاقة المتجددة إلى استدامة منظومة الكهرباء حيث ان التحول إلى طاقة الرياح والطاقة الشمسية والكهرومائية كمزيج لمصادر الطاقة سيخفض التكلفة الإجمالية لتوليد الطاقة الكهربائية وذلك بالمقارنة مع محطات التوليد التي تعمل بالغاز الطبيعي والديزل وزيت الوقود الثقيل.

Abstract

The growing global shift to environmentally friendly energy is a success story in many countries. The lessons learned from these experiments prove to be an effective tool for moving towards a more sustainable path. There are many factors that can contribute to that transformation that Includes the depletion of traditional energy sources, the magnitude of environmental pollution to generate electricity, support for environmentally friendly energy sources, energy security and energy policies. Sulaymaniyah province is facing a real power crisis as a result of population increase and economic and social development, which contributed to the increase in the demand for electricity in excess of the generation capacity. In response to this increase, the electricity sector adopted the strategy of setting up and establishing electricity generation projects using traditional fossil fuels, which led to external effects, thus, external costs that is borne by society and is a burden on the government's budget. On the other hand, the shift to the use of renewable energy will lead to the sustainability of the electricity sector as the shift to wind energy, solar and hydroelectric KMZ C energy sources will reduce the total cost of electric power generation, compared to power plants that run on natural gas, diesel and heavy fuel oil.



المقدمة

تمثل اقتصاديات الطاقة التخصص الاقتصادي الذي يهتم بدراسة موارد الطاقة، وتوزيعها داخل المجتمع، وأن الطاقة هي المجال المثالي للدراسة الاقتصادية لأنها تعتبر من المستلزمات الرئيسة لإنتاج السلع والخدمات، وأن أمن الطاقة والاستدامة والأثر البيئي تعتبر من المحددات الرئيسة في مجال دراسة اقتصاديات الطاقة النظيفة أو السليمة بيئياً حيث مع تطور الأنشطة الاقتصادية أصبح الاحتياج إلى الطاقة أمر حتمي، وقد رافق انتقال الطاقة من مصدر وقود رئيس إلى آخر كل مرحلة من مراحل التنمية الاقتصادية وذلك بالاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية في الاقتصادات الصناعية والمصدر الرئيس للنمو في الاقتصادات النامية، وفي القرن الحادي والعشرين شهد بداية التحول الكبير في مصادر الطاقة بعيداً عن الوقود الأحفوري نحو مصادر الطاقة السليمة بيئياً وكان الدافع وراء ذلك العديد من العوامل كنضوب إمدادات الوقود الأحفوري والتأثيرات البيئية و الأسعار والتقدم التكنولوجي و الخ .

وكامتداد لذلك وما اختص به البحث من دراسة لمشاريع توليد الكهرباء لابد من تحليل جانبي الطلب على الكهرباء وعرضها، وبغض النظر عن كونها مستديمة أم لا ففيما يخص الجانب الأول وهو الطلب على الكهرباء فتعتبر كل من التكلفة وخصائص الأداء المستقبلي المتوقع مع حماية البيئة لتوليد الطاقة الكهربائية المتجددة هي المدخل المهم في تحليل وتطوير توقعات الطاقة، وأن تكاليف البناء والتشغيل من خصائص أداء لمحطات التوليد المتجددة والتي تلعب دوراً مهماً في تحديد مزيج من زيادة الطاقة الإنتاجية التي من شأنها ان تخدم الطلب المستقبلي على الكهرباء.

أما فيما يخص عرض الكهرباء فتلعب استثمارات القطاع الخاص دوراً رئيساً في مواجهة تحديات قطاع الكهرباء سواء من الشركات المحلية أو من المستثمرين الأجانب، ويتطلب توفير الكهرباء بذل جهد مستدام تشارك فيه جهة موسعة مكونة من مؤسسات حكومية التي تعمل في مجالات الطاقة، والجهات التنظيمية والقانونية والمؤسساتية الأخرى مع التركيز على تعزيز مناخ الاستثمار للقطاع الخاص.

ويسري التحليل المذكور على واقع حال محافظة السليمانية ضمن إقليم كردستان العراق، حيث أن أنظمة طاقة الكهرباء في المحافظة هي أنظمة غير مستدامة سواء من الناحية الاقتصادية أو البيئية أو الاجتماعية، على الرغم من تمتع المحافظة بوفرة نسبية كبيرة من موارد الطاقة المتجددة بما فيها الطاقة المائية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح ولكنها لم تستخدم كما يجب لحد الآن.

أهمية البحث: أن تحديد مصادر الطاقة المستديمة للبيئة، أو المتجددة وفقاً للأولويات (المعايير البيئية) لتوليد الكهرباء، ومن ثم التكاليف سيعمل على توفير مبالغ كبيرة نسبياً للموازنة العامة، والذي سيعمل على إمكانية تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء من جهة، و تقليل الآثار الخارجية الناجمة عن استخدام الوقود الأحفوري لتوليد الكهرباء بالمحافظة وإبراز المنفعة الاجتماعية من استخدام الطاقة السليمة من جهة ثانية، ووضع الرؤية المستقبلية لقطاع الكهرباء بمحافظة السليمانية وتحقيق الاستغلال الأمثل لمصادر الطاقة المتجددة من خلال تأمين استقراره عالية للمنظومة الكهربائية لمواجهة الطلب المتزايد للكهرباء مستقبلاً وبشكل متصاعد لتطوير الوضع الاقتصادي مع إبراز خطورة ظهور المشاكل البيئية نتيجة التلوث البيئي



الناجم عن إنتاج الطاقة الكهربائية من مصاد الطاقة الأحفوري والتأكيد على الحلول البديلة من أجل الحصول على طاقة نظيفة ومستدامة من جهة ثالثة.

مشكلة البحث: تكمن مشكلة البحث في عدم اعتماد السلطات في محافظة السليمانية على مصادر الطاقة السليمة بيئياً، وأدى هذا الى بروز وفورات خارجية سلبية، والتي خلقت بالتالي أضراراً بيئية لا بد من معالجتها وذلك ما سيحمل المجتمع تكاليف اضافية، وهذه المشكلة تحتم على المجتمع اختيار مصادر اخرى بديلة للطاقة تتصف بالاستدامة والسلامة البيئية.

فرضية البحث: ينطلق البحث من الفرضيتين الآتيتين:

1- ان استخدام المصادر التقليدية للطاقة في انتاج الكهرباء سبب حدوث معدلات عالية من التكاليف والتلوث البيئي.

2- ان استخدام الطاقة المتجددة وخاصة طاقة الرياح في توليد الكهرباء يقلل التكاليف من جهة ويحد من التلوث البيئي من جهة أخرى.

هدف البحث: يهدف البحث الى: تحديد مفهوم الطاقة وأنواعها مع بيان أكثرها سلامة للبيئة عند توليد الكهرباء ومن ثم معرفة أنواع مصادر الطاقات المستخدمة في محافظة السليمانية لتوليد الكهرباء والسعي إلى إبراز الدور الحيوي للطاقة المتجددة في عملية التنمية المستدامة، وحجم المخاطر البيئية من خلال الآثار، والتكاليف البيئية، والحفاظ على سلامة البيئة.

منهج البحث: لقد تم الاعتماد على المنهج الوصفي لتحديد الأركان النظرية للموضوع والإطار العام له ومن ثم تحليل البيانات والنتائج مع الاستعانة حسب الحالة بأدوات التحليل المختلفة في حالة تفسير البيانات وتحليلها، مع استخدام الدلائل والإحصائيات المعبرة مع استخدام المنهج المقارن عند إدراج تجارب البلدان كحالات دراسية وصولاً إلى محافظة السليمانية.

حدود البحث: تتمثل الحدود المكانية للبحث بمحافظة السليمانية إحدى محافظات إقليم كردستان العراق، أما الحدود الزمانية فهي ضمن السنوات من 2006 إلى 2015.

هيكلية البحث: من أجل الوصول الى هدف البحث فقد تم تقسيم البحث إلى ثلاثة مباحث فتطرق المبحث الأول إلى تحليل وضع الكهرباء في محافظة السليمانية وعالج المبحث الثاني، موضوع الكهرباء ومدى الالتزام بالمؤشرات البيئية وجودة الهواء المحيط بمحافظة السليمانية اما المبحث الثالث فقد تناول تقدير وتحليل ومقارنة تكلفة توليد الكهرباء للمحطات الكهربائية المختلفة متضمناً التكلفة

المبحث الأول - تحليل وضع الكهرباء في محافظة السليمانية:

تتأثر الكهرباء في محافظة السليمانية (كما هو الحال عموماً) بمتغيرات اقتصادية منها تكلفة الكهرباء المتضمنة أسعار عناصر الإنتاج والدعم الحكومي والظروف الفنية الخاصة بقطاع الكهرباء..... الخ بالنسبة لعرض الكهرباء، والسعر ومعدل النمو السكاني ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي والتوسع الحضري بالنسبة للطلب على الكهرباء، وقد أدى الطلب المتزايد حالياً أدى إلى ظهور عجز وفجوة كبيرة بين القوتين (الطلب و العرض) رغم محاولة الحكومة و القطاع الخاص للاستثمار في هذا القطاع والاعتماد المتزايد على المصادر التقليدية لغرض الامداد بالكهرباء لتقليص هذه الفجوة . ومن الممكن تحليل واقع قطاع الكهرباء في المحافظة وفقاً للمحورين الآتيين: -

الأول . عرض الكهرباء في المحافظة ومحدداته:

تشمل مصادر امدادات الكهرباء بمحافظة السليمانية من كل من المصادر المائية والحرارية وتتكون سلسلة الإمداد بالكهرباء أساساً من ثلاثة نشاطات مختلفة، الإنتاج والنقل والتوزيع، وبهذا فان نسبة 80% في طاقة التوليد مملوكة للقطاع الخاص في الوقت الحاضر في حين ان 20% هي التي تملكها الحكومة في الإقليم، وتزويد الطاقة الكهربائية من قبل المنتجين للحكومة تكون بسعر 3.59 سنت / كيلو واط ساعة¹.

ويتكون عرض الكهرباء في المحافظة كالآتي: -

1- عرض الكهرباء في المحافظة:

أ- العرض المحلي:

يتم إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة السليمانية من خلال محطات التوليد الموجودة في الأماكن التي تتوفر فيها متطلبات هذه المحطات من وقود ومياه، لذلك فان معظم توليد الكهرباء في محافظة السليمانية يأتي من محطات الطاقة التقليدية ولا يوجد سوى اثنين من المحطات المائية والجدول الآتي يبين ذلك: -

جدول (1) محطات الطاقة الكهربائية القائمة في محافظة السليمانية - القدرة المركبة (MW) لسنة 2013

محطة توليد الكهرباء	نوع المحطة	عدد الوحدات	قدرة الوحدة	القدرة التصميمية
دوكان	خزن الطاقة المائية	5	80	400
درين يخان	خزن الطاقة المائية	3	83	249
السليمانية الغازية IPP	غاز وديزل	8	125	1000
سليمانية 29 MW	ديزل وزيت الوقود الثقيل	4	7.25	29
طاسلوجة 51 MW	زيت الوقود الثقيل	30	1.7	51
محطات المولدات الصغيرة	ديزل	58	3-1	81

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتماداً على: - المديرية العامة للكهرباء السليمانية، مديرية توليد السليمانية، بيانات غير منشورة، 2014

ب- الكهرباء المستوردة:

عقدت وزارة الكهرباء في إقليم كردستان مع شركة فأراب الإيرانية على مد خطوط الطاقة الكهربائية إلى قضاء دربندخان بـ 150 ميغاواط و إلى مدينة سوران بـ 100 ميغاواط وتم تحديد سعر وحدة الكهرباء بـ 5.72 سنتاً لكل واط / ساعة وكانت تنفيذ هذه الاتفاقية مرهونة بموافقة وزارة الكهرباء



العراقية والإيرانية ولم تدخل هذه الاتفاقية حيز التنفيذ إلى ان وقعت وزارتي كهرباء العراق وإيران اتفاقا في سنة 2007 على عدة بنود، وقد ركزت على إلغاء اتفاقية مع شركة الفاراب الإيرانية وتخفيض سعر الكيلو واط / ساعة من (5.72) سنت إلى (5.20) سنت ، وتم مد خط للطاقة الكهربائية من جوان و في إيران إلى هورامان ، سيد صادق (100 – 150) ميغاواط ونصب محطة (132 / 230 KV) وكذلك مد خط للطاقة من مهاباد في إيران إلى مدينه سوران مع نصب محطة 132/230 KV ، وفي حدود محافظة السليمانية تم تنفيذ مد خط مريوان – ثينجوين بمحطة تحويل المتحرك (موبایل – 33/63 KV) وتم تزويد القضاء بـ (10 ميغاواط)².

ويمكن بيان عرض وانتاج الكهرباء في محافظة السليمانية من المصادر من خلال الجدول الآتي: -
جدول (2) معدل توليد الكهرباء من المحطات القائمة والكهرباء المستوردة في محافظة السليمانية للفترة (2014- 2006) (MW)

السنة	المصادر المائية		المصادر التقليدية			استيراد الكهرباء (إيران)	المجموع
	دوكان	دربنديخان	الديزل	نفط الثقيل	غاز الطبيعي		
2006	108	78	-	-	-	-	186
2007	74	62	-	-	-	-	136
2008	34	29	202*	-	-	4	269
2009	25	22	126	-	125	5	303
2010	77	57	62	-	377	5	578
2011	48	36	15	-	540	7	646
2012	58	54	4	-	696	8	820
2013	73	53	14	-	792	9	941
2014	52	40	13	4	806	8	923

المصدر/ اعتمادا على: 1-المديرية العامة للاتصال والسيطرة. بيانات غير منشورة، 2008، 2014

2-مديرية اتصالات وسيطرة السليمانية، بيانات غير منشورة، 2008، 2014

*البيانات لمدة عشرة أشهر في سنة 2008

يتبين من الجدول أعلاه ان توليد الكهرباء اعتمد على محطتي دوكان ودربنديخان في سنة 2006 و2007 بمعدل 186 و136 ميغا واط على التوالي، وبسبب توجه قطاع الكهرباء نحو انشاء محطات جديدة لزيادة إنتاج الكهرباء فقد تم اقامة محطات حرارية المعتمدة على المصادر التقليدية منذ سنة 2008 وكان معدل التوليد حوالي 202 ميغا واط من محطة 29 ميغا واط السليمانية ومحطات الصقر ، واستراد الكهرباء بحجم 4 ميغا واط ،وبهذا كان معدل التوليد في الفترة نفسها حوالي 269 ميغا واط أي بنسبة الزيادة 98% مقارنة مع سنة 2007 ، وكان معدل التوليد بحجم 303 ميغا واط في سنة 2009 بنسبة الزيادة 13% بالمقارنة مع سنة 2008 والسبب في ذلك يرجع إلى البدء بتوليد الكهرباء من المحطة الغازية في ضمضمال بحوالي 125 ميغا واط ، وبعد اقامة محطة 51 ميغا واط طاسلوجة في المحافظة تم توليد 4 ميغا واط في سنة 2014 وكان إجمالي التوليد في تلك السنة بحجم 923 ميغا واط أي بنسبة الزيادة 13% مقارنة مع سنة 2012، ويلاحظ كذلك انخفاض معدل توليد الكهرباء في المحطات الحرارية



المستخدمة للديزل كوقود من 202 إلى 13 ميغا واط للفترة من 2008 إلى 2014 والسبب في ذلك يعود إلى عدم كفاية الوقود المستخدمة والإيقاف المتكرر لهذه المحطات .

جدول (3) معدل عرض الكهرباء (توليد مع استيراد) في محافظة السليمانية لسنة 2014 (MW)

المجموع	استيراد الكهرباء (أيران)	المصادر التقليدية			المصادر المائية		
		الغاز الطبيعي GPP	نفط الثقيل Hip	ديزل	درينديخان	دوكان	الاشهر
1057	8	947	-	20	38	44	1
952	7	883	-	20	20	22	2
891	6	848	-	20	16	1	3
803	5	727	-	13	25	33	4
859	3	786	-	14	30	26	5
931	3	794	-	17	59	58	6
1014	8	797	-	18	82	109	7
955	8	712	-	14	84	137	8
902	7	800	-	23	26	46	9
851	9	771	-	-	22	49	10
905	14	792	14	-	31	54	11
944	13.00	810	37	-	42	42	12

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتمادا على: وزارة الكهرباء إقليم كردستان / المديرية العامة للسيطرة والاتصالات، المصدر السابق

يلاحظ من الجدول أن معدل توليد الكهرباء في سنة 2014 في محطتي دوكان ودرينديخان الكهرومائية هو MW 51.75 و MW 39.58 بالترتيب، أما معدل توليد لمحطات الكهرباء المستخدمة للديزل كان MW 13.25 و MW 4.25 في محطة الكهرباء المستخدمة للزيت الثقيل ومعدل توليد MW 805.58 من المحطة الغازية، ومعدل 7.58 استيراد الكهرباء. ولذلك فإن معدل توليد الكهرباء لسنة 2014 كان MW 923 من كافة المصادر المائية والتقليدية، وكان معدل التوليد في شهر تشرين الثاني حوالي 905 ميغا واط بنسبة الزيادة 6% مقارنة بـ 851 ميغا واط في شهر تشرين الأول، والسبب في ذلك يرجع إلى زيادة توليد الكهرباء بحوالي 14 ميغا واط عندما بدأ محطة كهرباء طاسلوجة بالتوليد. وبالنسبة لمساهمة المصادر المختلفة لتوليد الكهرباء فبالإمكان ملاحظة الجدول (4) وكالاتي: -

جدول (4) نسبة مساهمة المصادر المختلفة لتوليد الطاقة الكهربائية في إجمالي عرض الكهرباء (MW)

السنوات	الطاقة الكهرومائية	الكهرباء من الغاز	الكهرباء من زيت الثقيل	الكهرباء من الديزل	الكهرباء الكلية	نسبة الطاقة الكهرومائية إلى الكلية %	نسبة الطاقة الغازية إلى الكلية %	نسبة الطاقة الكهربائية إلى الكلية %	نسبة الطاقة الديزل إلى الكلية %
2011	84	540	-	-	624	13%	87%	-	-
2012	112	696	-	4	812	14%	85%	-	1.00%
2013	126	792	-	14	932	13%	85%	-	2.00%
2014	92	806	4	13	915	10%	88%	0.43%	1.57%

تم إعداد الجدول بالاعتماد على: - وزارة الكهرباء، مديرية العامة للسيطرة والاتصالات، بيانات غير منشورة 2011-2014

يلاحظ من الجدول أعلاه بأن نسبة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة والتي هي عبارة عن الطاقة الكهرومائية فقط في إجمالي إنتاج الكهرباء في المحافظة كان بين 10% و 14% خلال فترة من 2011 إلى 2014 وأن نسبة مساهمة مصادر الطاقة التقليدية من الغاز الطبيعي كان بين 85% و 88% ومن



الديزل كان ضمن 1% ومن زيت الوقود الثقيل كان في حدود أقل من 1% في الفترة نفسها، ولذلك يتبين بان نسبة مساهمة مصادر الطاقة التقليدية أكبر من مصادر الطاقة المتجددة (فقط الكهرومائية).
جدول (5) معدل الكمية المتحققة (الفعلية) للكهرباء في المحافظة للفترة (2006-2014) (MW)

السنة	الكمية المتحققة	معدل النمو السنوي %
2006	197	-
2007	185	- 6
2008	186	1
2009	334	79
2010	440	32
2011	579	32
2012	690	19
2013	823	19
2014	859	4

المصدر / تم إعداد الجدول اعتماداً على: - وزارة الكهرباء، المديرية العامة للسيطرة والاتصالات مديرية السيطرة واتصالات السليمانية.
المصدر السابق

يلاحظ من الجدول بأن الكمية المتحققة من الكهرباء لمحافظة السليمانية انخفض من 197 إلى 185 أي بمعدل سنوي (-6%) وذلك بسبب قلة امدادات الكهرباء في تلك الفترة وكانت الكمية المتحققة في سنة 2009 حوالي 334 ميغا واط بنسبة الزيادة 79% مقارنة مع 2008 ومن خلال إنشاء وتأسيس محطات حرارية جديدة المعتمدة على الوقود الأحفوري أدى ذلك إلى زيادة قدرة الكهرباء، وكان معدل الكمية المتحققة في المحافظة بحجم 859 ميغا واط سنة 2014 بزيادة 362% بالمقارنة مع 186 ميغا واط في سنة 2008

جدول (6) توليد الكهرباء من كافة المحطات الكهربائية في المحافظة للفترة من 2012 إلى 2014 (ميغا واط ساعة)

السنة	2012	2013	2014
المحطات			
الكهرومائية	82083	115626	67036
ديزل	3004	10756	9632
زيت الوقود الثقيل	-	-	3134
غاز طبيعي	509520	578144	587830
المجموع	594607	704526	667632

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتماداً على: وزارة الكهرباء إقليم كردستان/ المديرية العامة للسيطرة والاتصالات، بيانات غير منشورة، 2012-2014

2- محددات عرض الكهرباء: لعرض الكهرباء عدة محددات منها: -

أ- **سعر الكهرباء** :- يتم تسعير الكهرباء بأشراف وزارة كهرباء إقليم كردستان وان ادارة قطاع الكهرباء لم تنطرق إلى مبادئ اقتصادية بشكل مستمر وذلك نظراً للدعم الكبير لأسعار الكهرباء و الذي أدى إلى التعرض الى خسائر اقتصادية وكذلك الحاجة إلى الاستثمارات الهائلة في هذا القطاع وانخفضت كفاءة استخدام الطاقة، وكما أدى إلى حدوث تأثيرات بيئية لذلك لا يمكن لسعر الكهرباء من سد تكاليف التشغيل



والصيانة، وبما أن الحكومة تدعم سعر الوقود للمحطات الحرارية لذلك فإنه يكون هناك فرق بين الإيرادات المتحصلة من الكهرباء و مجموع تكاليف التشغيل لمحطات التوليد

ب- **تكلفة الكهرباء:** - يدفع الافراد (المشركين) ما يقرب حوالي 10% من التكلفة الحقيقية للكهرباء حيث ان تكلفة توليد الكهرباء (1) ميجاواط ساعة يساوي 15.5 دولار و 30.6 دولار للطاقة الكهرومائية وتوربينات الغاز على التوالي³.

ت- **عدد البائعين والمنتجين:** - تقوم مديرية توزيع كهرباء السلبيانية بعملية البيع والتوزيع الكهرباء للمستهلكين وهي مما يجعل الكمية المعروضة حسب ما يتم توفيره للمديرية من مصادر التوليد.

ث- **أسعار عناصر الإنتاج:** - إن توفر وأسعار الوقود وأسعار المعدات ومستلزمات لمحطات الكهربائية الحرارية هو في غاية الأهمية لإنتاج الكهرباء واستمرارية انتاجها وعدم توقفها.

ج- **مستوى الإعانات:** - رغم ارتفاع تعرفه الكيلو واط الا ان الفرق بين تكلفة الإنتاج وبين السعر المباع تتحمله الحكومة بالإضافة إلى ما يرد إليها من منح ومساعدات الخارجية.

ح- **مستوى الضرائب:** - وفقا للنظرية الاقتصادية كلما زادت الضرائب قل الإنتاج ولكن في قطاع الكهرباء لا توجد ضرائب على الكهرباء مما يجعل الضرائب ليست ذات أهمية في التأثير على الكمية المعروضة.

خ- **المستوى الفني للإنتاج والتكنولوجيا المستخدمة:** - كلما زاد المستوى الفني والتكنولوجيا المستخدمة كلما أدى إلى زيادة إنتاج الطاقة الكهربائية.

د- **عدم قابلية الكهرباء للتخزين:** - لا يمكن تخزين الكهرباء حتى الآن بالكمية والتكلفة المقبولة اقتصادياً، ولذلك لابد ان يكون هناك توازن دائم ومستمر بين العرض والطلب على الكهرباء ولكن النظام الكهربائي متعرض للعديد من الكوارث المفاجئة.

ذ- **سرعة ومسار التيار الكهربائي:** - ينتقل التيار الكهربائي على الشبكة بسرعة الضوء مما يستدعي ضرورة استهلاك كل الطاقة الكهربائية التي تم إنتاجها⁴.

الثاني . الطلب على الكهرباء في المحافظة، الواقع والمحددات

1- **واقع الطلب على الكهرباء:** ان الحصول على الكهرباء في المحافظة متاح لغالبية سكان

المحافظة، وان قدرة التوليد غير كافية لتغطية الطلب، ويرجع الاستهلاك بشكل مفرط جزئياً إلى تعريفات منخفضة جداً حيث ان التعريفات المدعومة والخسائر العالية للكهرباء هي من أهم العوامل التي تسهم في النمو السريع للطلب وبالتالي إلى الحاجة للتوسع السريع والاستثمارات في هذا القطاع، وان عدم وجود الإطار التنظيمي وخطة استراتيجية ونظام رصد التقدم المحرز كلها تعتبر من المعوقات الرئيسة في قطاع الكهرباء⁵

جدول (7) نسبة النمو السنوي لحجم الطلب على الطاقة الكهربائية في المحافظة للفترة (2006-2014)
(MW)

سنة	معدل الطلب	نسبة النمو السنوي
2006	397	-
2007	486	22
2008	503	3
2009	528	5
2010	626	18
2011	691	10
2012	884	28
2013	934	6
2014	1046	12

المصدر: تم إعداد الجدول اعتماداً على: -مديرية العامة للسيطرة والاتصالات- مديرية السيطرة والاتصالات السليمانية، بيانات غير منشورة (2006-2014)

يلاحظ من خلال البيانات في الجدول تزايد معدل الطلب على الكهرباء خلال السنوات، أي أنه في كل سنة هناك طلب مكبوت والذي كان أكثر من الطاقة المولدة وبالتالي زيادة الحمل في النظام وكان متوسط معدل النمو السنوي للطلب على الكهرباء 13%، ويرجع السبب في هذه الزيادة إلى النمو السكاني وزيادة الدخل والنشطة الاقتصادية.

جدول (8) معدل حجم الطلب على الطاقة الكهربائية والكمية المتحققة ونسبة العجز للسنوات (2006-
(MW) (2014)

السنوات	الكمية المطلوبة	الكمية المتحققة	العجز	نسبة العجز إلى (%) الطلب
2006	397	197	200	50
2007	486	185	301	62
2008	503	186	317	63
2009	528	334	194	37
2010	626	440	186	30
2011	691	579	112	16
2012	884	690	194	22
2013	934	823	111	12
2014	1046	859	187	18

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتماداً على:

- وزارة كهرباء أقليم كردستان / مديرية العامة للسيطرة والاتصالات.
- مديرية السيطرة والاتصالات السليمانية. المصدر السابق

يلاحظ من الجدول أعلاه بان هناك زيادة في كل من الكمية المطلوبة من الكهرباء وتوليدها بين السنوات 2006 - 2014، وكان نسبة العجز إلى الطلب 50% و22% و18% في الفترات المذكورة بالترتيب حيث كان استراتيجية قطاع الكهرباء لسد الفجوة الاعتماد على اقامة محطات الكهربائية المستخدمة للمصادر التقليدية (الغاز الطبيعي، الديزل، زيت الوقود الثقيل) دون التركيز على الآثار البيئية الناتجة عن حرق الوقود لتوليد الكهرباء.

يتم تقسيم فئات استهلاك الكهرباء من قبل القطاعات الاقتصادية بالمحافظة إلى مستهلكي القطاع السكني والصناعي والحكومي والتجاري والزراعي وتختلف تأثير السياسة التسعيرية لقطاع الكهرباء على الكمية المستهلكة نظراً لاختلاف مرونة الطلب السعرية على الكهرباء بين القطاعات المختلفة.



جدول (9) نسبة استهلاك القطاعات للكهرباء في المحافظة للفترة (2013 - 2015) (Kwahu)

السنة	القطاع	السكني %	التجاري %	الصناعي %	الزراعي %	الحكومي %
2013		62	4	26	1	7
2014		66	4	25	1	4
2015		61	4	29	1	5

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتماداً على: المديرية العامة للكهرباء في محافظة السليمانية/ قسم المبيعات، بيانات غير منشورة (2013-2015)

يتبين من الجدول بأن نسبة استهلاك القطاع السكني هي الأكثر والسبب في ذلك يرجع إلى النمو السكاني، والتوسع في القطاع السكني والصناعي، من خلال إنشاء مصانع ومعامل في المحافظة مع بقاء نسب الاستهلاك في قطاعي (التجاري والزراعي) نسبياً في تلك الفترة.

جدول (10) نسبة نمو المشتركين في الكهرباء بمحافظة السليمانية للفترة 2007 - 2015

السنة	عدد المشتركين	الفرق	النسبة %
2007	236610	5753	12%
2008	259947	23337	10%
2009	296060	36113	13%
2010	337064	41004	13%
2011	372995	35931	11%
2012	408736	34741	9%
2013	445006	36270	9%
2014	477401	32395	7%
2015	506588	29187	6%

المصدر/ 1- المديرية العامة للكهرباء في محافظة السليمانية / قسم المبيعات. 2- المديرية العامة للكهرباء في محافظة السليمانية، تقرير، بيانات غير منشورة (2007-2015)

يتبين من الجدول أعلاه بأن عدد المشتركين للكهرباء قد زاد بين السنوات 2007 - 2015 بسبب تحسن الوضع الاقتصادي في الإقليم في تلك الفترة (باستثناء السنتين (2014-2015)).

تشير بيانات وزارة الكهرباء إلى أن كمية الطاقة المباعة لسنة 2012 بلغت 1781 ميغاواط وبلغ عدد المشتركين لعموم الإقليم 1,036,552 مشترك وبذلك فإن نصيب المشترك الواحد بحدود 1.718 كيلو واط وأن نصيب الفرد من الكهرباء * المباعة هي 2915 كيلو واط / ساعة وفي حين أن تقديرات الطلب على الطاقة الكهربائية لسنة 2012 من قبل وزارة الكهرباء تشير إلى أن حصة الفرد تصل إلى حوالي 3812 كيلو واط ساعة (استهلاك الفرد للطاقة الكهربائية عالمياً هي 2700 كيلو واط / ساعة) مما يعني أن هناك عجز من الطاقة الكهربائية بنسبة 24%⁶.

يمكن بيان خصائص ومحددات الطلب على الكهرباء من خلال المحورين الآتيين: -

2- محددات الطلب على الكهرباء:

يعتمد الطلب على الكهرباء من قبل القطاع السكني على سعر الكهرباء ومستوى الدخل وأسعار السلع البديلة والسلع المكملية، ويعتبر سعر الكهرباء من المحددات الطلب الرئيسية لأنها تؤدي إلى تحديد نمط الطلب والتأثير على الإحلال بين الطاقة المختلفة.



وحسب المؤشرات والبيانات الخاصة بمسح الأسر كان نسب الأسر حسب مصادر الكهرباء للوحدة السكنية لمحافظة السلبيانية من الشبكة العامة 98.8 ومن المولدة المشتركة 85.2 ومن المولدة الخاصة 10.7، أما توزيع الأسر حسب بدائل مصادر الكهرباء للوحدة السكنية فمن الشبكة العامة فقط 11.5 ومن الشبكة العامة ومصدر آخر 79.9⁷.

ومن محددات الطلب على الكهرباء من الممكن ذكر الآتي: -
أ- سعر الكهرباء:

تحدد أسعار الكهرباء وفق مراعاة مصالح الطبقة ذات الدخل المنخفض وكذلك توزيع الدخل وبالتالي فإنها تعتبر من الأسعار المدعومة من قبل الحكومة، وبسبب عدم اخذ قطاع الكهرباء بالمبادئ الاقتصادية فإن هذا الدعم قد يتسبب بحدوث خسائر اقتصادية وارتفاع معدلات الطلب على الكهرباء والذي بدوره أدى إلى انخفاض كفاءة استخدام الكهرباء (مقدرا ومستوا) والتأثير على البيئة.

ب- أسعار السلع البديلة والسلع المكملة:

يمكن ان يكون لتغير في أسعار السلع البديلة والسلع المكملة تأثيرا على التغير في الكمية المطلوبة من سلعة ما دون التغير في سعرها، حيث ان ارتفاع ثمن سلعة بديلة (النفط والغاز الطبيعي) سوف يؤدي إلى زيادة الكمية المطلوبة من السلعة الأصلية (الكهرباء)، أما بالنسبة للسلع المكملة حيث ان ارتفاع أسعار السلع المكملة (السلع المنزلية المعمرة) لابد وان يؤدي إلى انخفاض الكمية المطلوبة من السلعة الأخرى (الكهرباء) مع ثبات بقية العوامل الأخرى⁸.

كان توزيع الأسر في محافظة السلبيانية حسب مصدر الطاقة المستخدم لأغراض الإنارة هو بنسبة 99.7 من الكهرباء ولأغراض التدفئة بنسبة 11.5 للكهرباء و1.3 للغاز و87.2 لاستخدام النفط الأبيض وكان لأغراض تسخين الماء بنسبة 96.0 للكهرباء و0.4 للغاز و2.6 للنفط الأبيض ونسبة 1.0 لمصادر أخرى⁹.

ت- مستوى الدخل:

يعتبر ما يستهلك من قبل الفرد للكهرباء من المؤشرات الهامة في تقدير مستوى الرفاهية، عند مستوى الدخل المرتفع للأسر يكون الطلب على الكهرباء مرتفعا وذلك بسبب نمط ونوع وزيادة متوسط حجم السكن لهذه الأسر وزيادة استخدام المعدات الكهربائية بعكس الأسر ذات الدخل المنخفض.

كانت نسبة السكان الذين يقل انفاقهم اليومي عن دولار واحد تقارب 4.6% في سنة 2007 ونسبة السكان الذي يقل انفاقهم اليومي عن دولارين ونصف بنسبة 1.8% في الفترة نفسها ونسبة 0.3% في سنة 2011 حيث ان هذه النسب تعكس القدرة الشرائية والوضع الاقتصادي العام للسكان في المحافظة¹⁰.

جدول (11) بيان معدل إنفاق والدخل النقدي بالنسبة للفرد والأسر في محافظة السليمانية للفترة 2007 إلى 2013 (دينار شهريا)

نسبة 2013 إلى 2017	2013	2007	السنة المؤشر
%35	2,263,800	1,676,000	معدل إنفاق الأسرة
%55	462,000	297,000	معدل إنفاق الفرد
%90	1,979,600	1,039,000	معدل دخل الأسرة
%119	404,000	184,000	معدل دخل الفرد
%147	27.4	11.1	نسبة السلفة المستديمة لغرض شراء السلع المعمرة

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتمادا على: - وزارة التخطيط، مديرية احصاء السليمانية، بيانات غير منشورة 2014.

يتبين من الجدول (11) بان معدل دخل وأنفاق الفرد زاد بنسبة 119% و 55% في سنة 2013 مقارنة بسنة 2007، أما معدل دخل وأنفاق الأسرة فقد زاد بنسبة 90%، 35% وقد زادت السلفة المستديمة لغرض شراء السلع المعمرة بنسبة 147% في الفترة نفسها، وكان السبب وراء هذه الزيادة يرجع إلى زيادة الرواتب والأجور لمنتسبي القطاع الحكومي في الإقليم والتوسع في الأنشطة الاقتصادية المختلفة بشكل عام.

ث- الناتج المحلي الإجمالي ونصيب الفرد:

أظهرت البيانات للفترة 2004- 2012 بان الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الجارية قد ازداد من 2419.6 مليار دينار سنة 2004 إلى 27600 مليار دينار سنة 2012 وان متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ازداد من 524,426 دينار سنة 2004 الي 5,280,000 دينار سنة 2012¹¹ والجدول الآتي يبين ذلك: -

جدول (12) تطور الناتج المحلي الاجمالي ومتوسط نصيب الفرد بالأسعار الجارية في الإقليم من 2004 - 2012

السنة	الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الجارية (مليار دينار)	متوسط نصيب الفرد بالأسعار الجارية (دينار)
2004	2,419.6	524,426
2006	8,817.5	1,776,660
2011	24,000	4,527,600
2012	27,600	5,280,000

المصدر/ حكومة إقليم كردستان العراق، وزارة التخطيط، اربيل، خطة التنمية لإقليم كردستان للسنوات 2015 - 2019. ص9.

ج- معدل النمو السكاني:

أكدت الجهات المختصة ومن خلال البيانات الإحصائية ونتائج المسوحات والتقديرات السكانية على ازدياد سكان الإقليم من حوالي (3,910,329) مليون نسمة سنة 2003 إلى (4,382,167) مليون نسمة سنة 2008 وبنسبة زيادة 12.07% وإلى (4,909,884) مليون سنة 2012 ومن المتوقع ان يبلغ سكان الإقليم سنة 2018 حوالي (6,314,505) مليون وهذه الزيادة السكانية المطلقة هي نتيجة لارتفاع معدل النمو السكاني وحسب احصائيات هيئة الإحصاء ووزارة التخطيط وبإعتماد على نتائج المسح الاقتصادي والاجتماعي للأسرة العنقودي المتعدد المؤشرات فكان لمحافظة السليمانية 3.1% وبمعدل نمو سنوي إجمالي لسكان الإقليم 3%



ولقد شكل سكان الحضر في مركز المحافظة بنسبة 40.51% وفي مركز الأقضية والنواحي بنسبة 28.12% وفي طبرمیان بنسبة 11.77% في سنة 2012¹².

ح- التوسع الحضري:

توزعت المساكن التي قامت وزارة الإعمار والإسكان بتشييدها خلال السنوات الماضية وحتى نهاية سنة 2009 بواقع 49.2% في محافظة السليمانية والشقق السكنية التي انجزتها الوزارة كانت بنسبة 22.4% في المحافظة وكانت الوحدات المنجزة ضمن المشاريع الاستثمارية بنسبة 67.5% ومن الأهداف الاستراتيجية، تأمين السكن لأكثر نسبة من الأفراد والأسر في الحضر والريف من خلال تأمين توزيع الأراضي أو الوحدات السكنية بالتوزيع المجاني بنسبة 100% خلال خمسة سنوات مع زيادة القروض العقارية وتحديث الخطط الأساسية للمحافظة¹³.

وكانت الاستثمارات للقطاع الخاص (المحلي والاجنبي) وذلك حسب التوزيع المكاني للاستثمارات للفترة من 2008 - 2011 حوالي 565.005 و 599.173 مليون دولار على التوالي أما المشاريع الاستثمارية الحكومية كان 444 و 388 مشروعاً في مركز المحافظة مع 844 و 862 مشروعاً في الأقضية والنواحي للسنة 2012 و 2013 بالترتيب¹⁴.

جدول (13) عرض واقع الحال والتوقع لقطاع الاسكان في محافظة السليمانية

المؤشرات	لاحتياج للسكن في المحافظة
الأسر في سنة 2012	473 800
الأسر في سنة 2017	536 000
الاحتياجات السنوية للسكن	
مركز المحافظة	5 300
المناطق الحضرية	5 000
المناطق الريفية	2 100
المجموع	12 400

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتماداً على: - وزارة تخطيط إقليم كردستان، خطة التنمية لإقليم كردستان للسنوات 2015 - 2019 المصدر السابق. ص 61.

خ- التوسع الصناعي:

تعد سياسة الموقع الصناعي واحدة من السياسات التي اعتمدت سواء كانت بشكل مشاريع فردية أو مجمعات صناعية كبيرة وكان نسبة رؤوس الأموال الموظفة في المنشأة الصناعية في المحافظة 33% من إجمالي رؤوس الأموال الموظفة في المنشأة الصناعية للإقليم للفترة من سنة 2003 إلى سنة 2011 وتباين نسبياً مساحات المدن الصناعية 1677 دونم، وكان عدد المناطق الصناعية في مركز المحافظة 3 وفي الأقضية والنواحي 12 وعدد المعامل في المركز كان 276 و 644 في الأقضية والنواحي في سنة 2011¹⁵.

المبحث الثاني - الكهرباء ومدى الالتزام بالمؤشرات البيئية وجودة الهواء المحيط بمحافظة السليمانية
تعتبر المؤشرات البيئية من الأدوات المهمة التي تعكس الوضع البيئي في أي بلد او منطقة ويمكن التوصل من خلالها إلى تحديد وجود العوامل والمسببات التي تؤثر على البيئة . و توضح الضغط الذي يحدث على البيئة وبمناصرتها المختلفة نتيجة الانبعاثات الضارة منها الفيزيائية والبيولوجية اضافة إلى استخدامات الموارد الطبيعية والأرض بحيث تؤدي إلى احداث اضرار على البيئة والموارد الطبيعية، ونتيجة لهذا الضغط فان حالة البيئة تتغير وبالتالي فان هذا التغير يؤدي إلى حدوث آثار على الوظائف الاجتماعية والاقتصادية في المجتمع الذي يعيش في تلك البيئة مثل مدى توفر الظروف الصحية وتوفر الموارد الطبيعية¹⁶ .

وجدت معايير ملوثات الهواء¹⁷ والتي توجد منها المحلية والعالمية لتقييم جودة الهواء بحيث يتم القياس الملوثات التالية: الأوزون، الجزيئات العالقة (ذات الاحجام 10 و 2.5 مايكرو ميتر و SO_2 و NO_x و CO ، كما يتم قياس المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) في محطات رصد مختارة بالإضافة إلى بيانات الإحصاء الجوية مثل سرعة واتجاه الرياح، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية والإشعاع الشمسي والتي يتم قياسها للوصول إلى فهم أفضل الانماط التلوث في المنطقة.¹⁸

يمكن بيان مدى التزام محطات الكهرباء بالمؤشرات البيئية وجودة الهواء المحيط بالمحافظة من خلال هذه المحاور :-

أولاً. المعايير الوطنية لجودة الهواء المحيط National Ambient Air- Quality Standards

يمكن الاستفادة من كثير من البرامج، والتشريعات الدولية، منها لتحسين نوعية الهواء والتقليل من التلوث حيث يضع مواصفات لنوعية الهواء وانبعاثات لكافة المصادر ومنها محطات توليد الطاقة، وكذلك تطوير تكنولوجيا متطورة لضبط التلوث من خلال تزويد المصانع بأجهزة تقنية للحد من الملوثات المنبعثة.¹⁹

يبين الجدول الآتي ارشادات منظمة الصحة العالمية بشأن نوعية الهواء المحيط من خلال فترة بلوغ المتوسط للعناصر والقيمة الإرشادية لهذه العناصر

جدول (14) ارشادات منظمة الصحة العالمية بشأن نوعية الهواء المحيط

العناصر	فترة بلوغ المتوسط	القيمة الارشادية (ميكرو غرام/م ³)
اول اكسيد الكربون	اساعة 8 ساعة	30 10
ثاني اكسيد الكربون	24 ساعة 10 دقائق	20 500
ثاني اكسيد الكبريت	24 ساعة 10 دقائق	20 500
ثاني اكسيد النيتروجين	1 سنة 1 ساعة	40 200
المواد الجزيئية PM 10	1 سنة 24 ساعة	20 50
المواد الجزيئية PM 2.5	1 سنة 24 ساعة	10 25
اوزون على مستوى الارض	8 ساعة	100

المصدر / تم إعداد الجدول اعتماداً على: - 1- مجموعة البنك الدولي، ارشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة 2007 ص6
- 2- كابريسبا شبارخ، البيئة في لبنان الواقع والاتجاهات، لبنان، 2010، ص101.

يتضمن الجدول أمثلة على انواع الإرشادات بشأن وضع تقديرات الانبعاثات، حيث ينبغي على أساس كل مشروع على حدة أو كل صناعة بحد ذاتها وضع احكام محددة بغية تقليل الانبعاثات وأثرها في السقيفة الهوائية رديئة النوعية أو الحساسة إيكولوجيا.

يبين الجدول الآتي الحدود القصوى لملوّثات الهواء الخارجي وذلك بالاعتماد على احكام المادة (10) من قانون هيئة حماية وتحسين البيئة في إقليم كردستان العراق المرقم (3) لسنة 2010 وتعليمات حماية نوعية الهواء المحيط من ملوثات الهواء الشائعة والخطرة المرقم (2) لسنة 2011.

جدول (15) الحدود القصوى لملوّثات الهواء الخارجي

ت	اسم المادة الملوّثة	مدة التعرّض	الحد الأولي	الحد الثانوي
1	ثاني فوكسيد الكبريت SO ₂	3 ساعات 24 ساعات سنة واحدة	0.5 ppm 0.40 ppm 0.03ppm	350µg/m ³ 125-150 µg/m ³ 20-60 µg/m ³
2	اول فوكسيد الكاربون CO	ساعة واحدة 8 ساعات	µg/m ³ 30 µg/m ³ 10	µg/m ³ 30 µg/m ³ 10
3	ثاني فوكسيد النيتروجين NO ₂	ساعة واحدة 24 ساعة سنة واحدة	200µg/m ³ 150 µg/m ³ 100 µg/m ³	200-400µg/m ³ 150 µg/m ³ 100 µg/m ³
4	الاوزون O ₃	ساعة واحدة 8 ساعات	µg/m ³ 0.12 µg/m ³ 120	µg/m ³ 200-160 µg/m ³ 120
5	الجسيمات العالقة كدخان اسود	24 ساعات سنة واحدة	µg/m ³ 260 µg/m ³ 75	µg/m ³ 150-100 µg/m ³ 60
6	الجسيمات العالقة الكلية	24 ساعات سنة واحدة		µg/m ³ 230 µg/m ³ 90
7	الجسيمات الصغرى PM ₁₀	24 ساعات سنة واحدة		150µg/m ³ 50 µg/m ³
8	الجسيمات الصغرى PM _{2.5}	24 ساعات سنة واحدة		35µg/m ³ 15 µg/m ³
9	الرصاص Pb	ثلاثة اشهر سنة واحدة	µg/m ³ 1.5 µg/m ³ 0.5	- µg/m ³ 0.5

المصدر / وقائع كردستان، تعليمات رقم 2 لسنة 2011 حماية نوعية الهواء المحيط من ملوثات الهواء الشائعة والخطيرة، ط1، تصدر من قبل وزارة العدل، العدد 140 السنة 11، كانون الأول 2011، ص40.

ثانيا . تقييم الآثار البيئية لمحطات الكهرباء في محافظة السليمانية:

يقصد بتقييم الأثر البيئي Environmental Impact Assessment تحديد الآثار الموجبة والآثار السالبة للمشروع الجديد أو المزمع انشائه، أي تحديد الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية لذلك المشروع، وتحدد أهداف التقييم الأثر البيئي: أ- الحد من التلوث البيئي الناتج عن المشروعات الجديدة. ب- تحقيق التوازن من بين البيئة والتنمية. ج- زيادة الناتج والدخل القومي. د- رفع كفاءة الموارد البشرية. هـ- الحفاظ على عناصر التنوع البيولوجي. و- تخفيض كميات الاهدار في المواد والخامات والطاقة. ز- زيادة الوعي البيئي²⁰.

تعتبر المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية من المصادر الثابتة والمهمة في التأثير البيئي من خلال إطلاق الملوثات إلى الهواء المحيط وتقسم هذه المحطات حسب نوع الوقود إلى محطة التي تعمل بالغاز الطبيعي والديزل وزيت الوقود الثقيل، وتخفض الطاقة الإنتاجية القصوى الممكن تحقيقها من



محطات توليد الطاقة الحرارية في درجات الحرارة المحيطة العالية مقارنة بالإنتاج تحت الظروف الطبيعية²¹.

تم تحديد تقييم الأثر البيئي من قبل هيئة حماية وتحسين البيئة في إقليم كردستان وكذلك تحليل الآثار المترتبة على المشاريع الاستراتيجية ومن ضمنها المحطات الكهربائية بان تلتزم الجهات التي تسبب عن نشاطها تلوثا للهواء بتقديم تقرير تقييم الأثر البيئي وتوفير وسائل ومنظومات معالجة تلوث الهواء مع امتلاك اجهزة قياس ومراقبة ملوثات الهواء الرئيسية وتزويد الهيئة بنتائج القياسات، ومن خلال هذا التقييم يحدد طرق منع او الحد من الآثار السلبية على البيئة والموارد الطبيعية بحيث يلزم المشاريع بإعداد دراسة من حيث البناء و التشغيل و إيقاف التشغيل .ومن المؤشرات الرئيسية منع أو تقليل الآثار لنوعية الهواء المحيط بما يلائم مع المؤشرات ومعايير جودة الهواء الوطنية والدولية ومؤشرات نوعية المياه الجوفية والسطحية وكذلك معالجة المياه العادمة الناتجة من المشروع، وبالنسبة لنوعية الارض يمكن اعتماد ذلك من خلال المؤشرات الدولية²².

نسبة الاسر الذين يعانون بشكل كبير من المؤثرات البيئية السلبية على الوحدة السكنية في محافظة السليمانية هي 4.2 دخان وغازات 23.7 غبار 11.8 روائح كريهة، 11.7 ضجيج²³.

ويمكن التركيز على تلك المحطات القائمة في المحافظة من خلال تقييم الآثار البيئية لها وكما يلي:-

1- المحطة الكهربائية 51 طاسلوجة المستخدمة لزيت الوقود الثقيل:

أن مادة الخام الأساسية في محطة 51 ميجا واط طاسلوجة هي عبارة عن زيت الوقود الثقيل (HFO) وتخزن في خزانات معدنية ومن المتوقع أن تصل الحاجة في الشهر الواحد إلى 9000 طن من الوقود اضافة إلى كميات أخرى من الديزل²⁴.

لا تكون كمية الكبريت متطابقة مع المواصفات وأن عوادمها ليست مجهزة لجمع الغبار او إزالة الكبريت من غاز المداخل لذلك فان غاز ثاني أوكسيد الكبريت يشكل الملوث الرئيس والتي يؤدي إلى تشكيل الحامض الكبريتي وكذلك جسيمات الكبريتات.

ي طرح حرق الوقود الثقيل مشاكل مثل إطلاق درجات حرارية للدخان والوقود غير المحترق مع تراكم الكربون والخام في الفرن وحرق الوقود الملوثة مما يتسبب في نفايات زيت الوقود غير المحترقة والافراط في استهلاك زيت الوقود الثقيل وزيادة انبعاثات المداخل مع عمليات الصيانة المتكررة مع توقف المحطة في اوقات محددة. وان هذه المشاكل تحدث في كثير من الاحيان حيث ان التغيرات في استهلاك الوقود تؤثر على العلاقة بين اللزوجة ودرجة الحرارة وان الحاجة إلى تحقيق السيطرة على اللزوجة أمر بالغ الاهمية في مثل هذه المحطات²⁵.

جدول (16) معايير جودة الهواء لمحطة كهرباء 51 ميجاواط - طاسلوجة

العناصر	معايير شركة هيونداي HiMSEN 9H21/32	ارشادات البنك الدولي
NO _x (mg/Nm ³ , %15 O ₂ Dry)	2,000	1,940
SO _x (mg/Nm ³ , %15 O ₂ Dry)	2,000	1,651
Pm (mg/Nm ³ , %15 O ₃ Dry)	100	92.4

المصدر تم إعداد الجدول اعتمادا على: وزارة كهرباء إقليم كردستان، المديرية العامة للكهرباء السليمانية - بيانات غير منشورة، 2015

2- محطة كهرباء الغازية السليمانية

الاعتماد على التوربينات الغازية تقنية الدورة البسيطة بنسبة كبيرة من مجموع توليد الكهرباء في محافظة السليمانية لا تؤدي إلى تنمية واستدامة نظام الكهرباء لأن هذه التقنية تستخدم لتغطية أحمال الذروة، وليس لحمل الأساس وكذلك للطوارئ وبالتالي فإن لها تأثير كبير على البيئة من خلال انبعاث الغازات، وارتفاع درجة حرارة المحيط، حيث أن هذه المحطات تعمل على حرق أنواع مختلفة من الوقود الأحفوري (الغاز الطبيعي والديزل).

تستند تكاليف توربينات الغازية على نوع الصناعات الثقيلة ولا تشمل تلك التقديرات تكلفة تخفيض التحفيز الانتقائي لانبعاث الغازات، وبالتالي كان من المفترض أن تشمل هذه التوربينات على نظام احتراق قادر على انخفاض أكاسيد النيتروجين والغازات الأخرى.

أما بالنسبة لتكنولوجيا الدورة المركبة Combined-cycle technology تتيح هذه التكنولوجيا إمكانية تجميع غاز العادم الناتج عن تشغيل التوربينات الغازية وتحويله إلى بخار يجري استخدامه فيما بعد لتشغيل التوربينات البخارية بما يؤدي إلى زيادة التوليد من الطاقة دون الحاجة لاستهلاك كميات أكبر من الوقود والتي بدورها تؤدي إلى زيادة الكفاءة الحرارية وإلى الحد من تكاليف الوقود المستخدم.⁽⁷⁶⁾

تم تقييم الأثر البيئي لهذه المحطة وبإشراف مديرية البيئة السليمانية بالأمر المرقم 1462 في 2012/8/5 وصادق عليه هيئة حماية وتحسين البيئة بالأمر المرقم 2488 في 2012/9/25 حسب القوانين والتعليمات الصادرة في هذا المجال، إذ يتضمن هذا التقييم الإجراءات الأولية المتبعة لإنشاء المشاريع بشكل عام دون الالتزام هذه المشاريع بالتعليمات الصادرة في هذا المجال، وبالأخص ما يتعلق بفترة تشغيل المحطة، لذلك ومن خلال المتابعة الدقيقة والزيارة الميدانية وإجراء المقابلات الخاصة مع بعض منتسبي المحطة²⁷ المذكورة تم الاستنتاج بأنه لا توجد أجهزة السيطرة والتحكم على انبعاث الغازات الناجمة، وكذلك عدم وجود أجهزة قياس الملوثات²⁸ وأن هذا يكون خلافا للقوانين والتعليمات البيئية.

عدم استخدام الوقود (الغاز الطبيعي والديزل) المناسب في هذه المحطات ومع احتوائه على كميات كبيرة من الشوائب يؤدي إلى انبعاث ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين، وبحرقه بشكل مباشر مما يؤدي إلى انبعاثات كبيرة من الغازات إلى الهواء المحيط، وبشكل عام فإنه ينتج من عملية الاحتراق في هذه المحطات العديد من الغازات، وكذلك العديد من الملوثات، كالعوالق الجوية والمركبات العضوية الطيارة والهدير كربونات العضوية والرماد المتطاير. أما التأثيرات على البيئة المائية فمن خلال توفير المياه للعمليات التشغيلية من خلال سحب المياه من الأنهار، وإعادة تلك المياه إلى الأنهار مرة أخرى بعد التبريد، وكذلك التلوث الناتج عن تصريف المياه الصناعية من خلال المواد الكيميائية المستعملة في



الأنابيب الناقلة، بحيث تتضمن نسبة أملاح عالية ومواد عالقة ومياه حامضية وغيرها من المواد الأخرى وبالتالي فإنه يكون لهذه الملوثات التأثير على التنوع البيولوجي في المنطقة. وهناك تلوث آخر من قبل هذه المحطات على البيئة وذلك ناتج عن تسربات الدهون والوقود حيث ان هذه المحطات تتميز بكثرة استخدامها للوقود وذلك من خلال تسرب الوقود إلى المصادر المائية والتربة في خلال الأنابيب أو ناقلات الوقود.

3- المحطة الكهربائية المستخدمة للديزل

تعتمد محطة كهرباء 29 ميغا واط في المحافظة على الديزل كوقود المستخدم لتوليد الكهرباء وعند تحليل الأثر البيئي في حالة التشغيل يمكن التركيز على محتويات الوقود المستخدم (الديزل) وبالأخص الكبريت وفقاً لمعيار المعتمد من قبل شركة DNV petroleum services وحسب تقريرها (fuel Analysis Report) في سنة 2013 يتبين بأن نسبة الكبريت (sulfur) في الديزل يجب ان تكون بنسبة 1.50، ومن خلال مقارنة بمحتويات الكبريت في الوقود المستخدم لهذه المحطة كانت بين معدلات (0.6% - 0.7%) ولأجل الحصول على هذا المعدل فقد تم استخدام جهاز (X-ray sulfur meter) من قبل هذه المحطة، أما معالجة النفايات السائلة لهذه المحطة فيتم معالجتها في خلال الأحواض خاصة لهذا الغرض ويتم تفريق السوائل من الموارد النفطية والزيوت من الماء حسب فلاتر خاصة وبعد ذلك يتم حرق المخلفات. وبالنسبة لقياس جودة هواء المحيط من خلال أجهزة السيطرة النوعية، فلم يلاحظ تواجد مثل هذه الأجهزة لكي تقيس انبعاثات الغازات الناتجة عن حرق الوقود، وإضافة إلى ذلك لم يتم الحصول على بيانات عن مؤشرات انبعاث الغازات وإرسالها إلى الجهات المعنية بالبيئة لمطابقتها مع المؤشرات المحلية أو الدولية²⁹.

رغم إصدار قوانين حماية البيئة والتعليمات الصادرة بالتحكم بالآثار السلبية المرافقة لعمليات توليد الطاقة الكهربائية من خلال اعتماد نظام مراقبة بيئية لهذه المحطات، والمعيار الواجب اعتمادها لأجل مراقبة كميات الانبعاثات، ومقارنتها بمعايير جودة هواء المحيط، وإعادة تدوير المياه المستعملة ومعالجة المياه العادمة، والتحكم بالوقود المستخدم لتوليد، مع العمل بالمعايير والإرشادات العالمية ومشاركة الحكومة بالبيانات والمعلومات المتعلقة بالتأثير البيئي في محطات التوليد، إلا أن المحطات الكهربائية الحرارية القائمة بالمحافظة لم تلتزم بهذه القوانين والتعليمات البيئية .

تم التوصل من خلال المتابعة الدقيقة والميدانية إلى انه على الرغم من وجود لجان خاصة ضمن مديرية بيئة محافظة السلبيانية لمتابعة مدى التزام محطات الكهرباء في المحافظة بالمعايير والمؤشرات البيئية ولكن منذ بداية تشغيل هذه المحطات ولحد الدراسة لم يقوم هذه اللجان بالزيارات الدورية والتمكن من جمع البيانات وتصنيفها وتحليلها³⁰ وبالتالي لا يوجد مثل هذه البيانات لدى مديرية بيئة السلبيانية بحيث يمكن الوصول إليها لأغراض دراسية وعلمية وهناك اسباب كثيرة لحدوث هذه الحالة ومن أهمها عدم وجود أجهزة خاصة في المديرية للقياس ومراقبة الانبعاثات، وحجم التلوث، واقتصر فقط على جهاز المراقبة الموجودة في منطقة بازيان لرصد الهواء بشكل تجريبي في تلك المنطقة (Air quality - AQM60 monitor)، وذلك بسبب تواجد مصانع أسمنت والحديد في تلك المنطقة، وليس لقياس حجم التلوث الناجم



من محطات الكهرباء بشكل خاص وبالتالي لا يمكن الحصول على بيانات لحجم تلوث الهواء المحيط ضمن محافظة السليمانية من هذه المحطة صغيرة الحجم مع العلم أنه تم البدء بالتشغيل لهذه المحطة في 2015/8.

4- تقييم آثار المولدات الكهربائية

عجز الكهرباء عن إشباع الطلب أدى إلى الطلب من القطاع الخاص (المولدات) في المحلات المستخدمة للديزل لإشباع جزء من هذا العجز، وبالتالي حدوث تلوث البيئة، ومما يؤدي إلى زيادة هذا التلوث عدم التزام اصحاب هذه المولدات بالمعايير البيئية، والتعليمات الصادرة في هذا المجال وكذلك عدم متابعة الجهات المعنية الحكومية، ومن خلال البيانات فأن مقدار الكهرباء المنتجة هو 26 MW بالمحافظة والمتمثلة بالمولدات العاملة فعلا في الأقضية والنواحي والأرياف والمولدات بالأماكن الخاصة الحكومية وغير الحكومية وعددها 387 مولدة، أما عدد المولدات الأهلية بالمحافظة هو 933 مولدة بسعة 272 MW، هذا بالإضافة إلى ان هناك مولدات حكومية اخرى التابعة للدوائر دون ادخالها ضمن الإحصائيات في مديرية المولدات السليمانية³¹، لذلك فمن غير الممكن تقدير الانبعاثات من هذه المولدات وذلك بسبب عدم الدقة في إعداد وأماكن نصب هذه المولدات، وعدم وجود اجهزة خاصة بقياس الانبعاثات (portable)، ويمكن بيان مدى تأثير الانبعاثات من خلال الجدول (74)

جدول (17) الحدود القصوى المسموح بها لمؤثرات الهواء المنبعثة من عادم المولدات الكهربائية لمدة (ساعة)

المؤثرات	الحدود القصوى المسموح بها
اول اكسيد الكربون (ppm) CO	0,26
ثاني اكسيد الكبريت (ppm) SO ₂	0,14
ثاني اكسيد النتروجين (ppm) NO ₂	0,05
كبريتيد الهيدروجين (ppm) H ₂ S	0,005

المصدر/وزارة التخطيط والتعاون الانمائي الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، مسودة المواصفة العراقية رقم (4059) لسنة 2010، العراق.

يبين الجدول الآتي حجم ومكونات وتراكيز الملوثات والحدود القصوى للانبعاثات التي تصدرها أنواع المولدات وكمية الملوثات الغازية التي تطرحها في فترة اشتغالها وان استمرارية التشغيل يساهم في تراكم هذه الغازات في الهواء المحيط بالمنطقة.

جدول (18) معدل تركيز الانبعاثات من أنواع المولدات لفترة تشغيل (1) ساعة

KV قدرة المولدات									ممسافة m	الحدود القصوى للانبعاثات (ppm)*	الملوثات ppm
1000	500		440	350	250		150				
قديم	قديم	حديث	حديث	حديث	قديم	حديث	قديم	حديث			
3.1	3.4	2.9	3	2.1	2.6	2.1	2.23	1.62	2	0.26	CO
2.8	2.2	2.1	2.1	1.4	2.1	1.4	1.4	0.87	5		
1.9	1.7	1.1	1.3	0.3	1.1	0.7	0.65	/	10		
2.1	2.5	1.6	1	0.6	1	0.5	1.1	0.6	2	0.005	H2S
1.4	1.3	0.8	0.2	0.1	0.6	0.2	0.6	0.4	5		
0.9	0.4	0.1	/	/	/	/	/	/	10		
2.1	2.4	1.8	1.5	1.2	1.3	0.9	1.3	0.8	2	0.14	SO2
1.3	1.4	1.2	0.7	0.5	0.4	0.1	0.6	0.2	5		
0.7	0.5	0.3	0.1	/	/	/	0.1	/	10		
0.9	0.9	0.8	0.7	0.5	0.8	0.6	0.7	0.7	2	0.05	NO2
0.7	0.8	0.6	0.3	0.1	0.5	0.4	0.5	0.6	5		
0.2	0.5	0.3	/	/	0.3	0.1	0.1	/	10		

المصدر/ د. أريج خيري الراوي، ورنا حازم، دراسة الآثار البيئية للمولدات الكهربائية في مدينة بغداد -منطقة كرادة، مجلة كلية التربية / واسط العدد-14- 2013، ص306.

*الحدود القصوى المسموح بها لمولدات الهواء المنبعثة من عادم المولدات الكهربائية لمدة ساعة واحدة حسب مسودة المواصفة العراقية رقم (4059) لسنة 2010، العراق
المبحث الثالث . تقدير وتحليل ومقارنة تكلفة توليد الكهرباء للمحطات الكهربائية المختلفة متضمنا التكلفة الخارجية بمحافظة السليمانية

لتقييم القدرة التنافسية للتقنيات المختلفة لتوليد الطاقة الكهربائية تم استخدام المعادلة الآتية³² حيث يسمح بإدخال أساليب لتقييم تأثيرات العوامل الخارجية المختلفة وذلك من أجل احتساب تلك العوامل كتكاليف الخارجية الناجمة عن انبعاثات الغازات من محطات التوليد الكهرباء المستخدمة لمصادر الطاقة غير التقليدية في إجمالي تكلفة الإنتاج متضمنا أثر التعلم بالممارسة والخبرة على تطوير التكلفة مع مرور الوقت.

$$TGC = \frac{I * CRF}{Q} + \frac{FIXO \& M}{Q} + \frac{VARO \& M}{Q} + \frac{F}{Q} + \frac{E}{Q}$$

حيث أن: -

TGC : إجمالي تكلفة توليد الكهرباء (الكلفة المعدلة لتوليد الكهرباء)

I : تكلفة استثمار رأس المال

CRF : عامل استرداد رأس المال

Q : الإنتاج السنوي للمحطة (KWh) (تم استخدام مؤشر MWh في الدراسة)

$FIXO \& M$: التكلفة الثابتة للتشغيل والصيانة

$VARO \& M$: التكلفة المتغيرة للتشغيل والصيانة

F : تكلفة الوقود

E : التكلفة الخارجية



$$CRF = df * \frac{(1 + df)^n}{(1 + df)^n - 1}$$

وان عامل استرداد رأس المال تكون وفق هذه المعادلة: -
حيث أن: -

df: عامل خصم

n: دورة حياة المشروع

بافتراض تقدير معدل الخصم بنسبة 5% لكافة المحطات الكهربائية والعمر الاقتصادي لمدة (20) سنة لمحطات الكهرباء الحرارية موضوع الدراسة والمستخدم للوقود الأحفوري فان عامل استرداد رأس المال يكون بنسبة 0.08، وبتقدير العمر الاقتصادي (25) سنة لمحطة الكهروضوئية ومحطة الرياح، والعمر الاقتصادي (30) سنة لمحطة الكهرومائية (المصدر) فان عامل استرداد رأس المال يكون بنسبة 0.07 لمحطة الكهروضوئية ومحطة الرياح، وبنسبة 0.06 لمحطة الكهرومائية.³³

الجدول (19) مقارنة التكاليف الإجمالية لتوليد الكهرباء بين الأنظمة التقليدية والأنظمة المتجددة (لسنة

واحدة) متضمنا تكاليف معالجة التلوث

نوع المحطة	السعة MW (1)	قدرة التوليد Mwh/سنة (2)	تكلفة الإنشاء مليون دولار (3)	تكلفة استرداد رأس المال (مليون دولار) (4) = CRF * (3)	تكلفة التوليد مليون دولار (5)	**التكلفة الخارجية مليون دولار (6)	إجمالي التكاليف مليون دولار (7) = 4+5+6	إجمالي تكلفة الإنتاج Mwh/ (8) = 7/2
الغازية السلیمانية الدورة البسيطة (الغاز الطبيعي والديزل)	1000	*6,200,751	825,000,000	66,000,000	579,282,757	363,439,022	1,008,721,779	163
الغازية الدورة المركبة (الغاز الطبيعي)	500	1,848,360	562,500,000	45,000,000	41,403,264	55,081,128	141,484,392	76
51 طاسلوجة زيت الوقود الثقيل والديزل)	51	*305,116	45,000,000	3,600,000	19,194,847	43,356,983	66,151,830	217
29 السلیمانية (الديزل)	29	*115,216	25,000,000	2,000,000	28,540,155	16,372,193	46,912,348	407
كهروضوئية	500	1,484,820	1,178,500,000	82,495,000	7,424,100	0	89,919,100	60
الرياح	500	2,216,280	900,000,000	63,000,000	10,106,237	0	73,106,237	32
كهرومائية	500	1,971,000	1,750,000,000	105,000,000	15,196,410	0	120,196,410	61

تم إعداد الجدول بالاعتماد على:

- 1-Energy and Environmental Economics, Capital Cost Review of Power Generation Technologies, USA,2014. p.16-18
- 2-National Renewable Energy Laboratory, Cost and Performance Data for Power Generation Technologies Black and Veatch, 2012. pp.12-40
- 3-Eia, Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants, 2013 p.6
- 4-World Energy Council, World Energy Perspective, Cost of Energy Technologies, 2013.p32
- 5 -Lazard, Levelized Cost of Energy Analysis- Version 8.0 ,2014. P.17
- 6-Jean-Paul Pinard, P. Eng., PhD. And Others, Lutselke Wind Energy Pre-Feasibility Analysis Aurora Research Institute, 2011 p.30
- 7-Peter Rafaj and Socrates Kypreos, Internalization of External Cost in the Power Generation, Energy Economics Modelling Group, General Energy Department Paul Sherer Institute. Switzerland. pp 16-17
- 8-Poul Erik Mort horst, The Economics of Wind Power –Status and Perspectives, Technical University of Denmark ,2009. pp13-24
- 9-International Renewable Energy Agency, Renewable power Generation Costs in 2014. 2015, p24
- 10-Muhamanad Ery wijaya, the Hidden Costs of fossil power generation in Indonesia Approach through low carbon society,2010. P83

11-الموقع الإلكتروني: www.eia.gov/tools

12-الموقع الإلكتروني: www.eyten.sion-iaestate.edu

13-مقابلات شخصية: -

-مقابلة شخصية مع السيد كامل محمد احمد في مقر عمله، المديرية العامة للكهرباء السلیمانية

-مقابلة شخصية مع السيد أبوبكر حمد حسين، في مقر عمله، المديرية العامة للكهرباء السلیمانية، قسم التخطيط

-مقابلة شخصية مع السيد ملكو مصطفى حميد في قسم التشغيل في محطة كهرباء السلیمانية الغازية

-مقابلة شخصية مع السيد كاوه امين عبد الله في مقر عمله في محطة كهرباء 29 ميجا واط السلیمانية.

- مقابلة شخصية مع السيد هيرش نوزاد محمود في مقر عمله، مديرية العامة للكهرباء بمحافظة السلیمانية / قسم التكنيك 2

* بيانات غير منشورة لمحطة 51 طاسلوجة لسنة 2015 ولمحطة غازية السلیمانية لسنة 2014، ومحطة 29 السلیمانية لسنة 2014.

**يتضمن التكلفة الخارجية لانبعاثات الغازات (CO2 و NOx و SO2) الناجمة عن توليد الكهرباء من المحطات المستخدمة للوقود



للمزيد من التفاصيل ينظر إلى: - www.iea.org/textbase بالنسبة لتكاليف توليد الكهرباء لمحطات الكهرباء المستخدمة للغاز الطبيعي ومحطات الرياح والمحطات الكهرومائية والكهروضوئية وبمعدل خصم 5%
-IEA, Estap, Energy Technology Systems Analysis Program ,2010. p.5

يلاحظ من الجدول بيان مقارنة كلفة الوحدة الواحدة بين محطات حرارية قائمة واخرى حديثة سليمة
بيئيا وكما يلي: -

1- يكون المبلغ المسترد سنويا مرتفعا للمحطات الكهربائية من المصادر المتجددة مقارنة مع المحطات الكهربائية التقليدية، وذلك بسبب الارتفاع في تكلفة الإنشاء لهذه المحطات حيث كان حوالي 82 و63 و105 مليون دولار للمحطات الشمسية والرياح والكهرومائية على التوالي، وحوالي 66 و45 مليون دولار للمحطات الغازية بالترتيب بالسعة نفسها تقريبا.

2- تشكل تكاليف الوقود جزءاً كبيراً من التكلفة الإجمالية لإنتاج الكهرباء في المحطات الحرارية وبالتالي فإن توقعات أسعار الوقود لديها تأثير كبير على النتائج عند مقارنة التكنولوجيات المختلفة وأن طاقة الرياح والطاقة الشمسية لا تتعرض لهذا العامل من خلال احتساب التكلفة المعدلة للكهرباء لذلك يجب الأخذ بنظر الاعتبار أسعار الوقود (الغاز الطبيعي والديزل وبنفط الثقيل) في محطات توليد الكهرباء بمحافظة السلبيانية، حيث كان تقدير إجمالي تكلفة التوليد حوالي 579,282,757 دولار والذي يتضمن تكلفة الوقود للغاز الطبيعي والديزل وتكلفة الثابتة والمتغيرة للتشغيل والصيانة في محطة السلبيانية الغازية .

تم تقدير إجمالي تكلفة التوليد لمحطة غازية دورة مركبة حوالي 41,403,264 دولار في السنة وكان تقدير تكلفة الوقود من الغاز الطبيعي فقط، وكان تقدير إجمالي تكلفة التوليد لمحطة 51 طاسلوحة حوالي 19,194,847 دولار، ولمحطة 29 السلبيانية حوالي 28,540,155 دولار متضمنا تكلفة الوقود والتكلفة الثابتة والمتغيرة للتشغيل والصيانة للفترة نفسها، وحسب دراسة وكالة الطاقة الدولية (IEA) تبلغ تكلفة الوقود المستخدم المساهم الرئيس والتي تمثل 73% من إجمالي التكاليف في حين ان تكاليف الاستثمار والتشغيل مع الصيانة تمثل نحو 20% و 7% على التوالي من إجمالي تكاليف الإنتاج .

تقدر إجمالي تكلفة التوليد بالنسبة للمحطات الكهربائية من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح 7,424,100 و10,106,237 دولار في السنة بالترتيب متضمنا فقط التكلفة الثابتة للتشغيل والصيانة وذلك لطبيعة هذه المحطات لأنها ليست لديها تكلفة الوقود، وكذلك التكلفة المتغيرة للتشغيل والصيانة، وقدرت إجمالي تكلفة التوليد بالنسبة للمحطة الكهرومائية حوالي 15,196,410 دولار في السنة متضمنا التكلفة الثابتة والمتغيرة للتشغيل والصيانة.

3- تقدر التكلفة الخارجية من الغازات المنبعثة نتيجة لاحتراق الوقود لتوليد الكهرباء للمحطات الحرارية بحوالي (363,439,022) دولار من المحطة الغازية الدورة البسيطة لسنة 2014 و (55,081,128) دولار من المحطة الغازية الدورة المركبة الافتراضية لمدة سنة، وحوالي (43,356,983) دولار من محطة طاسلوحة لسنة 2015 و (16,372,193) دولار من محطة 29 السلبيانية لسنة 2014، و تستند هذه التكاليف على ثلاثة عناصر رئيسة هي تكاليف الأضرار تغير المناخ وتكاليف الأضرار من خلال التأثيرات على الصحة والمحاصيل وغيرها، وتم قياسها على أساس دولار /Mwh وبالمقارنة مع المحطات الكهرباء المتجددة فان هذه التكلفة غير موجودة عند التوليد.



4- يتضمن التكلفة الإجمالية للمحطات الكهربائية تكلفة استرداد رأس المال وتكلفة التوليد والتكلفة الخارجية.

5- من خلال تقدير واحتساب التكلفة الإجمالية والمتضمنة التكلفة الخارجية لكل من الأنظمة التقليدية والمتجددة لإنتاج الكهرباء، تبين بأن تكلفة توليد الكهرباء من المحطات الكهروضوئية بحوالي 60 دولار/MWh، والرياح 32 دولار/MWh، والكهرومائية 61 دولار/MWh، بحيث تكون على منافسة تكلفة التوليد بالنسبة لمحطة السليمانية الغازية الدورة البسيطة حيث كان حوالي 163 دولار/MWh، ولمحطة الغازية الدورة المركبة حوالي 76 دولار/MWh، ولمحطة طاسلوجة 217 دولار/MWh، ولمحطة 29 السليمانية 407 دولار/MWh.

6- بلغ الدعم المالي (شراء الوقود) لقطاع الكهرباء في محافظة السليمانية حوالي 447,750,660 دولار لسنة 2014 وحوالي 9,519,619 دولار لسنة 2015 وحوالي 24,886,656 دولار لسنة 2014 للمحطات الغازية السليمانية و51 طاسلوجة و29 السليمانية، حيث يحصل المستهلكون من هذا الدعم على منافع مباشرة من استخدام الكهرباء وغير مباشرة، لأن تكلفة الوقود المباعة لمحطات توليد الكهرباء أقل من كلفة الفرصة البديلة، والتي قد تصل إلى 8.9 دولار / مليون وحدة بريطانية للغاز الطبيعي و381 دولار / طن من زيت الوقود الثقيل حسب دراسة (الخطة الاستراتيجية لقطاع الكهرباء للعراق وإقليم كردستان - 2011) حيث تستند أسعار الوقود المستخدم على أسعار اقتصادية للغاز والنفط على سعر التصدير، والذي تمثل التكلفة الاقتصادية الحقيقية لإقليم كردستان، وإن الأسعار اعتمدت على سعر النفط الخام 65 دولار / برميل في سنة 2009، والجدول (76) يبين ذلك وفقاً للمؤشر الاقتصادي والمالي. يعكس الدعم المالي التكلفة المالية للغاز الطبيعي البالغة 2.6 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية ومتوسطة تكلفة وقود الديزل البالغة 1200 دينار عراقي (1 دولار) لكل لتر ومن الجدول (77) يمكن بيان حجم دعم الوقود لمحطة السليمانية الغازية للفترة من 2011 إلى 2015 والعبء المالي على ميزانية وزارة الكهرباء من أجل الإمداد وتوفير الكهرباء فكان إجمالي تكلفة الوقود المستخدم من الديزل والغاز الطبيعي للفترة نفسها هو 1,563,758,278 دولار.

إن هذا الدعم في تصاعد مستمر وذلك لتقليل الفجوة بين العرض وازدياد الطلب على الكهرباء، ويلاحظ في الجدول (77) بأن الدعم المالي لتزويد المحطة بالوقود يكون بمعدل سنوي 46% لسنة 2014 مقارنة بنسبة 2013 وبمتوسط معدل النمو السنوي 26.5% للفترة 2011-2015.

جدول (20) أسعار الوقود الرئيسية المستخدمة والمعتمدة على سعر النفط الخام

المؤشرات	زيت الوقود الثقيل	الغاز
	دولار/طن	دولار/مليون وحدة بريطانية
الاقتصادي	381	8.9
المالي (دعم حكومي)	88	3.0

المصدر/ تم إعداد الجدول اعتماداً على: Iraq and Kurdistan electricity master plan, 2011. P13



جدول (21) تكلفة الوقود من الغاز الطبيعي والديزل لتزويد المحطة السليمانية الغازية لتوليد الكهرباء
لسنوات 2011-2015

السنة	الديزل (لتر)	التكلفة * (مليون دولار)	الغاز الطبيعي ** (طن)	التكلفة (مليون دولار)
2011	30,503,483	30,503,483	1,044,911	135,892,764
2012	93,677,513	93,677,513	1,311,739	170,594,278
2013	166,626,652	166,626,652	1,453,330	189,008,471
2014	268,933,583	268,933,583	1,374,966	178,817,077
2015	216,148,455	216,148,455	1,257,597	163,553,002
المجموع	725,892,686	725,892,686	6,442,543	837,865,592

تم إعداد الجدول بالاعتماد على المصدر/1- وزارة كهرباء إقليم كردستان، 2- محطة السليمانية الغازية، بيانات غير منشورة 2014
* تم تقدير سعر لتر واحد من الديزل حوالي (1) دولار

** تم تقدير سعر الغاز الطبيعي 2.6 دولار لكل مليون وحدة بريطانية حرارية. وحيث ان 1kg من الغاز الطبيعي = 50,020 Btu
M عالمياً وتم تحويل كميات من الغاز الطبيعي المستخدمة لتوليد الكهرباء في المحطة الغازية من كغم إلى طن، وبالتالي فان طن واحد
يحتوي على 50.02 MBtu.

ولإجراء المقارنة بين المساحة المطلوبة وحجم التلوث للمحطات الكهربائية يلاحظ الجدول الآتي: -

الجدول (22) بيان حجم التلوث الناجم والمساحة المطلوبة وسعر البيع المفرد للكهرباء من المصادر

المختلفة بمحافظة السليمانية

نوع المحطة حسب مصادر الطاقة	سعة المحطة MW	المساحة المطلوبة ك م ²	حجم التلوث الناجم مليون طن/CO ₂ /سنة	كلفة التلوث سنت/كwh	*وقت التزويد سنة/Mwh	*** كلفة التلوث مليون/ دولار سنة	سعر البيع المفرد سنت/ كwh	صناعي	سكني
غازية دورة بسيطة (غاز وديزل)	1000	325	4,460,640	16.53	6,200,751	363,439,022	1.82	2.55	
غازية دورة مركبة (الغاز الطبيعي)	500	110	1,254,432	2.98	1,848,360	55,081,128	N/A	N/A	
29 السليمانية (الديزل)	29	17	88,947	14.21	115,216	16,372,193	1.82	2.55	
51 طاسلوجة (زيت الوقود الثقيل وديزل)	51	30	263,620	14.21	116,305	43,356,983	1.82	2.55	
الكهروضوئية الشمسية	500	30	0	0	1,484,820	0	8.22	N/A	
الرياح	500	223	0	0	2,216,280	0	9.87	N/A	
الكهرومائية	500	1.25	0	0	1,971,000	0	8.01	N/A	

تم إعداد الجدول بالاعتماد على المصدر: -

1- الشركة التونسية للكهرباء والغاز، معطيات عامة وملخص لدراسة المؤثرات على المحيط لمحطة توليد الطاقة الكهربائية بالدورة
المزدوجة، تونس، 2009، ص5

2- Environmental Social Impact Assessment for Sulaymaniyah Gas Power Station 2012, p (6-9)

3- Qaiwan Group Bazyan Power Plant Project Environmental and Social Impact Assessment Report,
Ankara, 2014, p5



- 4- وزارة التخطيط، هيئة استثمار السلیمانية، قسم الإحصاء، بيانات غير منشورة 2014
- 5- الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، متطلبات استخدام الاراضي لمحطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على الموقع: -
www.nrel.gov
- 6- NREL, land – use requirements of modern wind power plants in the united states 2009.p.7
- 7-NREL, land – use requirements of modern wind power plants in the united states 2009.p.p 14-15
- 8- مزايا الطاقة الكهرومائية، على الموقع: - Water.usgs.gov advantages /Edu/hydro
- 9- Edith Bayer, Agora Enerhiewende, Report on the German Power System, ,German,2015. p.32
- 10-Frounhofer, Recent Facts about photovoltaics in Germany, 2016.p,11
- 11-Benjamin Marti, Emissions of Power Delivery Systems, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, 2005. P P.24 – 26
- 12-Edward S. Rubin and Others, Comparative Assessments of Fossil Fuel Power Plants with CO₂ Capture and Storage. Public policy Carneg i.e. Mellon University, USA, 2005. p2
- 13-Muhamanad Ery wijaya, the Hidden Costs of fossil power generation in Indonesia Approach through low carbon society, 2010. PP.83 – 85

للمزيد من التفاصيل ينظر إلى: -

-Liquid and Gaseous fossil fuel power plant Guide Lines an Approach to reconciling the financing of fossil fuel power plants with Climate Change objectives inter-American development Bank, 2012. p.9

*حسب بيانات غير منشورة لمحطة 51 طاسلوجة لسنة 2015 ولمحطة غازية السلیمانية لسنة 2014، ولمحطة 29 السلیمانية لسنة 2014.

**يتضمن التكلفة الخارجية سنت/ kwh لانبعاثات الغازات (CO₂ و NOx و SO₂)

***تم تقدير كلفة التلوث من الجدول (21)

NA: Not Available

يلاحظ من الجدول السابق: -

- 1- تختلف المساحة المطلوبة لإقامة المحطات الكهربائية حسب نوع وحجم وسعة المحطة ومن الجدول فأن المساحة لمحطات الحرارية كانت قطع أرض فارغة حيث إن هذه الأراضي كانت مملوكة للأشخاص، وكانت اراضي زراعية إلى ان تم شراؤها من قبل شركات خاصة لإقامة هذه المحطات وبالتالي ليس هناك رغبة او نية لاستخدامها مرة اخرى للزراعة او للتجارة وبالتالي فان تكلفة الفرصة البديلة تكون مرتفعة لاستخدام هذه الأراضي في المحافظة.
- 2- يختلف مجموع احتياجات مساحة الأرض لمحطة الكهروضوئية الشمسية باختلاف التكنولوجيا (خلايا كهروضوئية او خلايا الكهروضوئية المركزة)، وطبوغرافية الموقع، وشدة مصادر الطاقة الشمسية، وأن تقديرات لأنظمة الكهروضوئية (فائدة على نطاق واسع) لكل MW كان حوالي 0.061 كم² وبالتالي فانه يمكن اقامة محطات الكهروضوئية في مواقع أقل جودة (الأراضي المهجورة) أو القائمة على النقل ونقل الممرات واسطح المنازل والمباني التجارية، ولهذا فان تكلفة الفرصة البديلة تكون منخفضة.

3- يعتمد تأثير استخدام الأراضي لمحطات طاقة الرياح إلى حد كبير على الموقع، فان وضع توربينات الرياح في المناطق المسطحة عادة يحتاج إلى المزيد من الأراضي من تلك التي تقع في المناطق الجبلية، مع ذلك فان هذه التوربينات والبنية التحتية المحيطة بها بما في ذلك الطرق



وخطوط النقل تحتل جزءاً صغيراً من المساحة الكلية لمحطات الرياح، وأن التقديرات لكل MW كان حوالي 0.447 كم²، ومع ذلك فإن استخدام الأرض لن يكون بشكل نهائي لإقامة محطات توربينات الرياح، وإنما وحسب دراسات متعددة فأنها تستخدم لمجموعة متنوعة من الأغراض الإنتاجية الأخرى بما في ذلك رعي الماشية، والزراعة والطرق السريعة، كذلك يمكن وضع هذه المحطات على المناطق المتخلية عنها والتي لا تستخدم بالكامل أو غير مستخدمة من الأراضي الصناعية أو غيرها من المواقع التجارية والصناعية، أي تكلفة منخفضة .

4- يمكن أن يختلف حجم الخزان وإنشاؤه بواسطة مشروع لتوليد الطاقة الكهرومائية على نطاق واسع، ويتوقف هذا إلى حد كبير على حجم المولدات الكهرومائية، وتضاريس الأرض، فمثلاً أن محطة كهرومائية بحجم MW10 يحتاج إلى 0.025 كم² في موقع جبلي، ومن حيث تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام الأراضي، فإن المحطة الكهرومائية تقدم مساهمة كبيرة في التنمية حيث أن المنشآت المائية تحقق الكهرباء والطرق السريعة والصناعة والتجارة للمجتمعات المحلية وبالتالي تنمية الاقتصاد، لذلك تعتبر أداة أساسية للتنمية المستدامة ويمكن لها أن تتم ترقيتها بسهولة من خلال دمج المزيد من التقنيات الحديثة، ولها كلف تشغيل وصيانة منخفض للغاية وانها تساهم في تخزين مياه الشرب وجمع مياه الأمطار للاستهلاك الري وحماية المياه الجوفية من الاستنزاف، والحد من الفيضانات والجفاف، وكذلك يزيد هذه الطاقة من استقرار وموثوقية شبكات الكهرباء، ذلك لأنها يمكن حقنه في نظام الكهرباء أسرع من أي مصدر آخر للطاقة، وبالتالي الحفاظ على توازن بين العرض والطلب على الكهرباء..

5- يقدر حجم تلوث هواء المحيط عن توليد الكهرباء حسب اختلاف نوع وسعة المحطة والقدرة التوليدية والوقود المستخدم للمحطات الحرارية الموجودة في المحافظة.

6- تختلف تكلفة التلوث الناجم عن انبعاث CO₂ للمحطات الكهربائية الغازية المستخدمة للغاز الطبيعي والديزل ومحطات الديزل المستخدم للديزل وزيت الوقود الثقيل وذلك بسبب الاختلاف في القدرة التوليدية لهذه المحطات ونوع ومحتوى الوقود.

7- تقدر تكلفة توليد الكهرباء حوالي 15.06 سنت / KWh (حسب دراسة UNDP, 2012) مع اضافة تكلفة التلوث لانبعاث غاز CO₂ حوالي 47.93 سنت / KWh من كافة المحطات المستخدمة للوقود الأحفوري فإن إجمالي التكلفة ضمن ميزانية الحكومة هو 62.99 سنت / KWh وبما أن متوسط سعر البيع هو 2.24 سنت / KWh (لسنة 2011) وبالتالي تحقيق خسارة حوالي 60.75 سنت / KWh.

8- إن سعر البيع المفرد للكهرباء من المحطات الكهروضوئية والرياح والكهرومائية، تمثل مستويات تغذية التعرفة في ألمانيا للقطاع السكني، فكان متوسط سعر التغذية بقيمة 8.22 سنت/KWh للشبكات الكهروضوئية الصغيرة القائمة بذاتها (أكبر من 10 MW)، وحوالي 9.87 سنت للمحطات الرياح، وبالنسبة للطاقة الكهرومائية كان بمتوسط مرجح 8.01.



الاستنتاجات:

- 1- مع نمو قطاع الكهرباء في المحافظة أصبح الاعتماد بشكل متزايد على الوقود الأحفوري (الغاز الطبيعي والديزل وزيت الوقود الثقيل) لتوليد الكهرباء في المحطات الحرارية، وإن هذا الاستخدام المتواصل أدى ويؤدي إلى ازدياد المخاوف البيئية، والتوقعات حول النقص في الوقود الأحفوري في المستقبل، وقد ازداد معدل الطلب خلال الفترة 2006 - 2014 ويرجع السبب في ذلك إلى زيادة معدل النمو السكاني، إضافة إلى زيادة الدخل والتوسع في الأنشطة الاقتصادية والتوسع الحضري.
- 2- مع وجود المساحة الملائمة والتنوع الجغرافي، ووفرة مصادر الطاقة المتجددة التي تتمثل كل من المصادر المائية والشمسية والرياح والتي يمكن استخدامها لإنتاج طاقة الكهرباء في المحافظة، إلا أن هذه المصادر لم تستخدم لحد الآن كما يجب.
- 3- سيكون لاستخدام متعدد لمحطات الطاقة الشمسية في جميع أنحاء المحافظة تأثير كبير على خفض انبعاثات الغازات، حيث أن تطبيقات هذه التكنولوجيا هو أكثر خياراً قابلاً للتطبيق لأن هذه الأنظمة يمكن أن تقام كعمليات قائمة بذاتها دون بناء شبكة رئيسة لها.
- 4- كانت نسبة العجز في توليد الطاقة الكهربائية بمحافظة السلبيانية مستمرة على الرغم من الأخذ باستراتيجية قطاع الكهرباء لسد الفجوة، وذلك بالاعتماد على إقامة محطات الحرارية لتوليد الكهرباء المستخدمة للوقود الأحفوري خلال الفترة 2006 - 2014، ومن أسباب هذا العجز نقص الوقود وتدني نوعيتها لهذه المحطات.
- 5- على الرغم من وجود لجان خاصة لمتابعة مدى التزام المحطات الموجودة بمحافظة بال معايير والمؤشرات البيئية استناداً إلى قوانين حماية البيئة والتعليمات الصادرة الخاصة بالسيطرة على الآثار السلبية لعمليات توليد الكهرباء إلا أنها لم تتمكن من جمع البيانات، والقيام بزيارات ميدانية لهذه المحطات، ولذلك لم يتم الحصول على مؤشرات لجودة هواء المحيط والمياه والأرض لدى مديرية البيئة لمحافظة السلبيانية.
- 6- من خلال المقارنة بين المحطات الحرارية المستخدمة للوقود الأحفوري بمحافظة السلبيانية ومحطات توليد الكهرباء الافتراضية المعتمدة على لطاقة السليمة بيئياً (واستناداً إلى البيانات والدراسات العالمية الخاصة بتوليد الكهرباء من التقنيات المختلفة)، تبين أن توليد الكهرباء يعتمد على المصادر المذكورة، حيث أن أفضل توليد كان للرياح وأساوها للمحطات الغازية (دورة بسيطة).



المقترحات:

- 1- تحفيز الاستثمار ضمن مجالات الطاقة السليمة بيئياً بتمويلها من خلال المصارف والمؤسسات المالية الأخرى، مع ضمان تأمين القروض التجارية، وخفض أسعار الفائدة مع تقديم التسهيلات الائتمانية وإنشاء صناديق خاصة بتمويل الطاقة.
- 2- إضافة قوانين وتشريعات خاصة محفزة إلى الاستثمار في إنتاج الكهرباء من الطاقة النظيفة مثل قانون تعريفية التغذية للكهرباء من الطاقة المذكورة، وفتح المجال لمنتجي الطاقة المستقلين للاستثمار بموجب اتفاقية شراء الطاقة، وتخصيص أراضي لمشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لكي يقوم القطاع الخاص أو بالشراكة مع القطاع العام بإقامة هذه المشاريع وتطويرها، مع التزام الحكومة بشراء كامل الطاقة المنتجة من مشروعات القطاع الخاص.
- 3- إصدار القوانين والسياسات الخاصة بالطاقة السليمة بيئياً، بحيث تؤدي إلى التزام القطاعات الاقتصادية باستخدام الكهرباء المولدة من هذه المصادر، والأخذ بتجارب البلدان في مجال تطبيقات لتوليد الكهرباء، وإقامة سوق خاص لإنتاج الكهرباء من هذه المصادر، بهدف حماية الطاقة الأحفورية من النضوب وحماية البيئة من التلوث وبالتالي الحفاظ على الموارد المالية لمكافحة التلوث.
- 4- إقامة توربينات الرياح ذات القدرة 1 ميغاواط ووضعها بالقرب من محطات توليد الكهرباء العاملة بالوقود الأحفوري، فمثلاً يمكن وضع 200 توربيناً منها بجانب المحطات الحرارية وبالتالي توليد 200 ميغاواط خلال توقف هذه المحطات بسبب وجود خلل أو إدامة، حيث أن هذه التوربينات تعمل عند زيادة الحمل وبالعكس في حالة انخفاض الحمل فأن التوربينات سوف تتوقف عن العمل.
- 5- إظهار التزام السلطات المعنية بنشر الطاقة السليمة بيئياً، والإعلان عن الأهداف الاستراتيجية في سياسة الطاقة، وإنشاء إطار تنظيمي مع تبسيط الإجراءات الإدارية وإقامة مؤسسات متخصصة في القطاعين (العام والخاص) بغرض تنفيذ السياسات والأنظمة.
- 6- ضرورة التركيز على التعاون مع الشركات العالمية المتخصصة في مجال توليد الكهرباء من مصادر الطاقة النظيفة، بحيث يستطيع إقليم كردستان عموماً الاستفادة من ذلك (وخاصة التمويل الدولي) لدعم توليد الكهرباء من هذه المصادر وتطبيقها في المحافظة خصوصاً.
- 7- ضرورة السيطرة على انبعاث الغازات ذات التأثير السلبي الكبير نسبياً على الصحة والبيئة للمحطات الحرارية بالمحافظة، من خلال اجراءات وتدابير الرقابة واستخدام الآليات، ونظام رصد الانبعاثات، واجهزة التخفيف مع التزام بالقوانين والتعليمات البيئية، لتحقيق استراتيجية التنمية المستدامة في قطاع الكهرباء في المحافظة.
- 8- ضرورة تحديد قيمة تكلفة الفرصة البديلة للإمداد الكهربائي للوقود الذي تزود به محطات توليد الكهرباء، من خلال الدعم المالي للغاز الطبيعي، والديزل وزيت الوقود الثقيل، وأن عدم تحديد ذلك يؤدي إلى استهلاك غير كفوء للكهرباء وضعف الاستثمار في قطاع الكهرباء.



9- ضرورة قيام الحكومة بتوحيد احتساب تكاليف توليد الكهرباء لكل المحطات، بغض النظر عن نوعها، حيث إن عملية احتسابها حالياً غير صحيحة، ولابد من التمييز بين المصادر تلك والكلف الناجمة عنها، والتي يتحملها المجتمع، وبسبب العبء المالي على الموازنة وتحمل الإعانات المقدرة للمعنيين لتوليد الكهرباء من خلال دعم الوقود للمحطات الكهربائية، فإنه يجب ترك المحطات الكهربائية المستخدمة للوقود الأحفوري واستبدالها بمحطات المستخدمة للمصادر السليمة بيئياً.

10- إدخال التكاليف الخارجية ضمن حسابات كلفة إنتاج الكهرباء، في قطاع توليد الكهرباء وإدراج هذه التكاليف كمعيار في الحسابات القومية وموازنة الحكومة، لأن لها تأثير كبير على عملية صنع القرار، وتعتبر سياسة وأداة هامة نحو التنمية المستدامة في استخدام الطاقة، والعمل على تقليل التكاليف الخارجية الناتجة عن توليد الكهرباء المستخدمة لمصادر الوقود الأحفوري، ووضع استراتيجية متكاملة لتحقيق استدامة قطاع الكهرباء بمحافظة السليمانية من خلال الإدارة السياسية والزيادة في استخدام مصادر الطاقة النظيفة في مزيج الطاقة .

المصادر

- 1 A Joint Report By the KRG Ministry Of Planning And UNDP, Building The Kurdistan Region Of Iraq , 2012 . p. 67
- 2 وزارة كهرباء إقليم كردستان -العراق، نشرة شهرية تصدرها قسم الاعلام ، عدد7، سنة 2007 .ص8
- 3 Jafar A.Ali , Hayder . Abbas . Loghman Kodakarami , Gas pipeline Network Design for Koya city . Koya university , Iraq 2015 . p . 22
- 4 بلغيث بشير ، تحرير اسواق الكهرباء ، التجربة الأوروبية، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة الجزائر، 2007/ 2008 .ص23
- 5 A Joint report by the KRG ministry of planning and UNDP, op.cit . p. 66
- 6 وزارة التخطيط إقليم كردستان، خطة التنمية الاستراتيجية لإقليم كردستان (2020 – 2016)، المصدر السابق . ص39
- 7 وزارة التخطيط- العراق . الجهاز المركزي للإحصاء ، المسح الاجتماعي والاقتصادي 2012 للأسرة في العراق ، 2014 . صص92-96
8. محمود حسين الوادي، وآخرون ،الاقتصاد الجزئي، دار المسيرة، عمان، 2010 .ص85.
- 9وزارة التخطيط- العراق . المصدر السابق، من ص102 إلى 104
- 10وزارة التخطيط إقليم كردستان العراق، خطة التنمية الاستراتيجية للإقليم 2016 – 2020 ، المصدر السابق، ص27
- 11وزارة تخطيط إقليم كردستان العراق ، خطة التنمية لإقليم كردستان للسنوات 2015 – 2019 المصدر السابق ، ص9
- 12وزارة التخطيط إقليم كردستان العراق ، خطة التنمية الاستراتيجية لإقليم كردستان 2012 – 2016 المصدر السابق.ص31- 32
- 13وزارة التخطيط إقليم كردستان العراق، خطة التنمية الاستراتيجية لإقليم كردستان 2012 – 2016 المصدر السابق ص87- 90



- 14 وزارة التخطيط إقليم كردستان العراق ، خطة التنمية الاستراتيجية لإقليم كردستان 2016 – 2020 ، المصدر السابق. ص 26
- 15 وزارة التخطيط إقليم كردستان العراق، خطة التنمية لإقليم كردستان للسنوات 2016 – 2020 . المصدر السابق، ص ص 24- 25
- 16 خميس عبدالرحمان رداد، المؤشرات البيئية كجزء من مؤشرات التنمية المستدامة، ورقة بحثية، ليبيا، 2009 . ص ص 82- 85
- 17 ملوثات الهواء: يعبر عن مستوى تركيز ملوثات الهواء بجزء من المليون ppmv أو جزء في البليون PPBV أو مليجرام لكل متر مكعب من الهواء mg/m^3 وتحسب مرجعية الكميات إلى وحدات الحجم عند درجة حرارة 25 درجة مئوية وضغط جوي 760 مليمتري زئبق .
- 18 قسم الدراسات والتخطيط البيئي، رصد جودة الهواء في أمانة دبي ، دبي ، 2012 . ص 3
- 19 ممدوح الشمري ، تلوث الهواء خطر لا يمكن إصلاحه النسخة الإلكترونية من صحيفة الرياض العدد – 13519 - 2005 على الموقع :- www.alriyadh.com
- 20 د. أحمد فرغلي حسن ، البيئة والتنمية المستدامة الاطار المعرفي والتقييم المحاسبي ، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث ، القاهرة ، مصر ، 2007 ، ص 37
- 21 IEA , International Energy Agency ,2013,p28
- 22 قانون حماية وتحسين البيئة في إقليم كردستان-العراق رقم (8) لسنة 2008 ص 7
- ينظر كذلك إلى :-تعليمات حماية نوعية الهواء المحيط من ملوثات الهواء الشائعة والخطرة رقم (2) لسنة 2011 ص 39
- 23 وزارة التخطيط- العراق، المصدر السابق. ص 130
- 24 شركة كودار للأعمال الهندسية والبيئية، دراسة تقييم الاثر البيئي لمشروع محطة توليد الطاقة الكهربائية 51 ميغا واط ، 2014 ص ص 42- 60
- 25 Sofraser . Application Heavy Fuel Oils . 2013 P.1
- 26 BLACK and VEATCH Holding Company , Cost And Performance Data For Power Generation Technologies . 2012 . PP11-13
- 27 مقابلة شخصية مع السيد ملكو مصطفى حميد ، محطة الغازية السلیمانية ، قسم التشغيل ، بتاريخ 2016/5/17
- 28 مقابلة شخصية مع السيد محمد قاسم عبدالله ، محطة الغازية السلیمانية، قسم البيئة ، بتاريخ 2016/5/17
- 29 مقابلة شخصية مع السيد كاوه امين عبدالله، في محطة 29 ميغا واط بمحافظة السلیمانية، 2015
- 30 مقابلة شخصية مع السيد سبحان حسين بمديرية البيئة السلیمانية ، قسم المختبر في 2015 والسيد طاهر محمد امين ، قسم التفيتش والسيطرة، في 2016/5/17،
- 31 مقابلة شخصية مع السيد زبير خدر صوفي ،في مديرية الصيانة المركزية السلیمانية، قسم التكنيك، المولدات الاهلية ، 2016/7
- 32 Peter Rafaj And Socrates Kypreos, Internalization Of External Cost In The Power Generation ,Energy Economics Modelling Group, General Energy Department Paulsherrer Institute .Switzerland, without year, pp 16-17
- 33 International Renewable Energy Agency, Renewable power Generation Costs in 2014.year 2015,p24