

الموازنة الإشعاعية في موريتانيا

إعداد: أ / بشيري ولد محمد

✍

أستاذ بقسم الجغرافيا

جامعة انواكشوط

إن هذا البحث يتضمن دراسة نظرية لحساب الإشعاع الشمسي، كما يتضمن تطبيقات على محطات الرصد الجوي الموريتانية. ويحاول الباحث - انطلاقا من بيانات الطاقة الشمسية المسجلة في شروط جغرافية مماثلة للبلد واعتمادا على البيانات الفلكية المتعلقة بدوران الأرض حو الشمس وعلاقات الإشعاع الشمسي في العروض المماثلة - التوصل إلى حساب الإشعاع الشمسي في محطات القطر الرئيسة (10 محطات). إن البيانات الإشعاعية تكتسب أهمية كبيرة في مجال المناخ بصفة عامة، و المناخ التطبيقي بصفة خاصة، فقد أخذ الإنسان يستفيد من طاقة الإشعاع الشمسي في الزراعة وتطبيقاتها المختلفة من تحفيف وتسخين ورفع مياه وتكوين مادة جافة... الخ. و الحقيقة أنه يوجد كثير من الأجهزة المعدة لقياس الإشعاع ، إلا أن بعضها يصلح أكثر من غيره لقياس أنواع معينة من الأشعة تبعا لاختلاف طول موجاتها، وحساسية الجهاز لموجات معينة من الأشعة أكثر من غيرها .

وفي موريتانيا لا توجد أجهزة قياس الإشعاع إلا في المحطات الرئيسية (خريطة رقم1) وتتوقف بياناتها على عدد ساعات السطوع ونسبة تغطية السماء بالسحب⁽¹⁾، وعليه فإن المعلومات الإشعاعية في هذا البلد تقوم على تقديرات ، وأسهل وسائل تقدير كمية الإشعاع هي المعادلات التجريبية المعتمدة على البيانات التي توفرها أجهزة كامبل ستوك المنتشرة⁽²⁾، وهذه المعدلات رغم أهميتها لا تصلح إلا لإعطاء تقديرات تقريبية للإشعاع الشمسي ولفترات زمنية طويلة نسبيا مثل المعدلات الشهرية و الفصلية و السنوية . وهي لا تعطي تقديرات مرضية إذا ما استعملت لفترات أقصر .

⁻¹ بشيري ولد محمد الولاتي ، جغرافية موريتانيا (انواكشوط: نشر، 1993)، ص 50

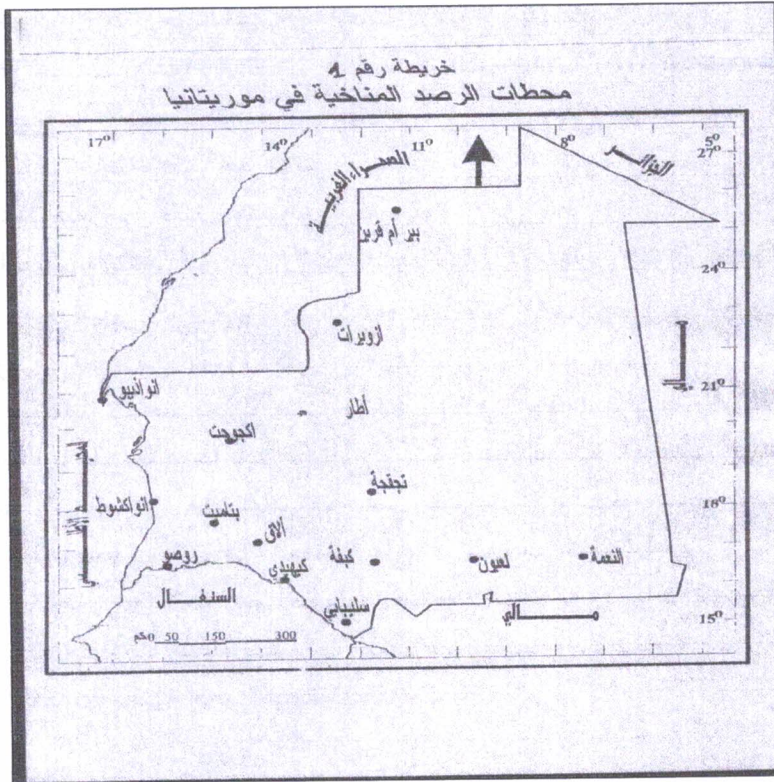
⁻² نعمان شععادة ، المناخ العملي (عمان: مطبعة النور النموذجية ، 1983)، ص 48

I- الإشعاع الكلي Rayonnement Global

إن الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض تنقسم إلى أشعة مباشرة Rayonnement Direct و أشعة مبعثرة أو منتشرة Rayonnement Diffus أي مرسلّة من قبل الغلاف الغازي إلأى سطح الأرض وبمجموع الإشعاعان هو المعروف بالإشعاع الكلي، و يسمى جهاز قياسه ب Soligraphe⁽³⁾

خريطة رقم 1

محطات الرصد المناخية في موريتانيا



³⁻ آلان لاکوست ورتیر سالانن، عناصر الجغرافيا الحيوية والأيكولوجيا، ترجمة عبد القادر حليمي (الجزائر: ديوان

المطبوعات الجامعية، 1982)، ص 122

وهو بهذا المعنى كل إشعاع يصل سطح الأرض من طاقة الشمس الإشعاعية سواء كان بشكل مباشر أو مبعثر⁽⁴⁾ ، ويمكن استخراجها بواسطة المعادلة⁽⁵⁾ :

$$Q = q (1 - a_n - b_n)^2$$

حيث : Q - الإشعاع الكلي بوحدة كيلو كلوري /سم²/يوم

q - الإشعاع الكلي في حالة السماء خالية من الغيوم

n - درجة التغييم ، تقاس على أساس الكسور العشرية

a - معامل إضعاف الإشعاع بواسطة الغيوم واختلاف الظروف الجغرافية

b - معامل ثابت قليل التغير بالنسبة لكافة العروض الجغرافية .

وأشهر المعادلات الإحصائية المستعملة لتقدير الإشعاع الكلي من عدد ساعات سطوح الشمس هي معادلة أنجستروم **Angstrom** و هي معادلة انحدار خطي بسيط **Equation de régression** وقد تم استخراج البيانات بواسطتها و هي على النحو التالي⁽⁶⁾ :

$$\frac{\text{ش}}{\text{ض}} = a + b \left(\frac{\text{ض}}{\text{ض}} \right)$$

حيث ش = الإشعاع الشمس الذي يصل السنتمتر المربع من سطح الأرض،

ش = الإشعاع الشمس الذي يصل السنتمتر المربع الواحد من سطح الأرض لو لم يكن الغلاف الجوي موجودا ، ويمكن حسابه بمعادلة خاصة أو تقديره من جداول معينة ، وهو يعتمد على درجة عرض للمكان و الوقت (جدول رقم 7)⁽⁷⁾

ض = عدد الساعات الفعلية لسطوع الشمس خلال اليوم والتي يقيسها جهاز كامبل

استوك CAMPBELL STOCKS

⁴- فاضل باقر الحسني، الخواص الإشعاعية لمناخ القطر العراقي، مجلة الأستاذ، كلية التربية ، جامعة بغداد، عدد 1 ،

1978

⁵- المرجع السابق

⁶- عبد القادر حليمي، مدخل في الجغرافيا المناخية و النباتية (الجزائر:ديوان المطبوعات الجامعية 1981)ص 74

⁷- المرجع السابق

ض = طول النهار ، وهو يساوي عدد ساعات سطوع الشمس نظريا ، و يمكن حسابه من معادلات خاصة أو باستخدام جداول خاصة (8)

و أ و ب ثابتان تجريان يختلفان من مكان لآخر ومن وقت لآخر . فقد وجد بلاك وبونيثون Black et Bonython - من تحليل العلاقة بين المعدل الشهري لكل من الإشعاع وعدد ساعات سطوع الشمس في 22 محطة مناخية موزعة في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية "أ" تساوي 0.23 بينما "ب" 0.48 وقد وجد أن قيمة "ب" ثابتة تقريبا ، بينما تتغير قيمة "أ" بشكل ملحوظ نتيجة اختلاف درجة العرض "ز" ويكن تقديرها وفقا للمعادلة التالية $0.29 \times \text{جتا "ز"}$ ، تمثل دائرة عرض المكان (9)

ومهما يكن فإن الإشعاع الشمس الكلي يشهد توزيعا يوميا سنويا تكون قيمته في منتصف النهار (الزوال) و توزيعا سنويا تكون قيمته في منتصف السنة (الصيف) وهو ما يمكن تسميته بصيف النهار أو زوال السنة ، فيما لو أننا اعتبرنا كل وحدة (ساعة) من ساعات اليوم تمثل 15 وحدة (يومية) من وحدة السنة . ونشير أيضا إلى أن السحب القليلة (لا تحجب قرص الشمس) تزيد كمية الإشعاع الكلي بالمقارنة مع سماء خالية من السحب ، أما السحب الكثيفة فتخففها (10) .

ومن هنا فلإن قيمة الإشعاع الكلي في فصل الصيف تكون أكثر في أول النهار منه بعد منتصف النهار ، ولنفس السبب تكون أكثر في النصف الأول من السنة منه في النصف الثاني (11) .

الشمس/السمت	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	السنة
بئر أم	388	454	608	617	648	645	624	604	533	470	395	362	566
قريين	404	466	548	621	627	575	581	559	499	471	415	378	512
قديرك/	425	481	576	625	632	638	615	589	529	476	435	411	535
زوايرت	404	496	571	626	652	617	604	579	517	472	447	418	534
أطار	414	472	539	588	615	591	539	542	504	466	415	394	504
أجوجت	418	791	560	608	599	581	541	550	529	489	454	414	519
أنواكشوط	422	503	569	618	617	588	577	558	539	499	458	424	533
بلميت	448	576	575	627	620	535	581	588	545	502	450	435	535
تجكجة	470	523	579	599	586	585	575	557	549	512	487	440	539
النعمه	457	516	579	607	570	561	542	533	527	478	452	437	522
لعيون													

8- نعمان شحادة، مرجع سابق ذكره، ص 59

9- المرجع السابق، ص 60

10- المرجع السابق ، ص 58

11- عبد القادر حليمي ، مدخل في الجغرافيا المناخية و النباتية ، مرجع سبق ذكره ، ص 65 ، 66

يبين الجدول رقم (1) أن أقيم "الحد الأعلى للإشعاع الكلي يأتي في محطات النصف الجنوبي (النعمة - لعيون - تجكجة - بتلميت - انواكشوط) في شهر أبريل وفي محطات النصف الشمالي في شهر مايو ، تستثنى محطة أطار التي سجلت قمته في يونيو ، يرجع ارتفاع هذه القيم في هذه الفترة مع اختلاف بين في الزمان والمكان ، إلى عمودية أشعة الشمس فوق التراب الوطني، أما الحد الأدنى فقد سجل في شهر ديسمبر في كل المحطات عدا اكجوجت التي سجلته في يناير . وهذا الوضع يطابق وضع الشمس الفلكي أثناء الشتاء حيث تكون جنوب الاستواء الجغرافي.

هذا ويلاحظ أن أقل كمية من هذا النوع الإشعاعي سجلت في جهة الغرب ، وفي محطة لعيون، ويمكن إرجاع السبب إلى عامل الالبيدو (الأرض على العموم بيضاء أو صخرية) أو إلى انخفاض نسبة التغير في الشرق مقارنة بالغرب . ومن التوزيع السنوي وجدنا أن محطة النعمة سجلت أعلى معدل إشعاعي عندما وصلت 539 كالوري / سم² /يوم (شهر ينار في محطة بئر أم قرين في أقصى الشمال) و 652 كالوري / سم² /يوم (شهر مايو في محطة اكجوجت)، ويتدرج في الانخفاض من الشرق نحو الغرب. ويمكن إرجاع بعض الانحرافات الحاصلة في خطوط التوزيع العام الإشعاع الكلي السنوية إلى وصول كمية إشعاعية كبيرة في هذا الجزء مقارنة بالساحل وذلك بسبب قلة السحب . ويمكن تقسيم الإشعاع الكلي إلى قسمين: إشعاع مباشر وإشعاع مبعثر أو تناثري

2- الإشعاع المباشر Rayonnement Direct

إنها الأشعة الواصلة لسطح الأرض بشكل مباشر من قرص الشمس، وذلك بالمقارنة مع الأشعة المبعثرة . وهي تتناقص بالاقتراب من سطح الأرض ، كما تتناقص كلما مالت الشمس إلى الأفق وزاد سمك الهواء وتعرف بأنها الأشعة غير المبعثرة و غير ممتصة التي تصل سطح الأرض : قسم كبير منها يمتصه سطح الأرض

ويؤدي إلى تسخينه⁽¹²⁾، وتتحف حدة الإشعاع الشمس المباشر كلما مالت الشمس . كما تنخفض هذه الحدة في حالة زيادة رطوبة الهواء، وتزايد في الفترة التي يكون الجو فيها صافيا(خاليا من الغيوم) وتزداد في الفترات التي يكون الجو خاليا من السحب .

وقد لوحظ أن الحد الأعلى لهذا الإشعاع يزداد ببطء، مع تراجع العروض الجغرافية بغض النظر عن زيادة ارتفاع الشمس ، ويرجع ذلك إلى زيادة احتفاظ الهواء ببخار الماء ، والحد الأعلى عند خط الاستواء الحراري (يكون خط فصل الصيف) لا يزيد عن الحد الأعلى الصيفي في العروض المعتدلة . وفي الهواء الجاف في الصحاري شبه المدارية رصدت القيمة بحدود 1.58 كالوري / سم² / د . ويزداد الحد الأعلى للإشعاع المباشر حسب الارتفاع كنتيجة لانخفاض كتلة الهواء الاعتيادية في نفس درجة ارتفاع الشمس حسب القاعدة: كل 100 م يزداد بـ 0.01-0.02 كالوري / سم² / د في طبقة التروبوسفير ، وقد تصل في الجبال حتى حدود 1.7 أو أكثر⁽¹³⁾ .

الجدول (2) يبين أن الإشعاع المباشر ينخفض عموما في شهور ديسمبر يناير، ويزداد تدريجيا ليصل قمته في شهر أبريل . وهذه القيمة المسجلة في النعمة وبئر أم قرين في مارس تسجل في اكجوجت وانواذيبو في شهر مايو . وهذه هي الفترة التي تقترب الشمس فيها من منطقة الدراسة (أشعة عمودية) .

وقد يتضح الأمر أكثر عند تتبع الحركة الظاهرة للشمس وعلاقتها بالمنطقة، ويظهر أيضا مدى تأثير الكتل الهوائية الرطبة على هذه الأشعة عندما نرى أن أصغر القيم قد سجلت إما في سبتمبر أو أكتوبر اللذان يعتبران شهرا ارتفاع الرطوبة النسبية⁽¹⁴⁾ .

ويلاحظ من التوزيع السنوي للأشعة المباشرة أن أعلى رقم إشعاعي سُجل في النعمة (361.1 كالوري/سم²/يوم) تليها تحكجة ثم اكجوجت ، وأدنى رقم سجل كان في

¹²- خرومون س.ب، مرجع سبق ذكره ، ص 106

¹³- المرجع السابق ، ص 121

¹⁴- بشيري ولد محمد الولائي ، مناخ موريتانيا، دراسة اقليمية كمية (بغداد: رسالة ماجستير ، معهد البحوث

والدراسات العربية 1990) ص 100

انواكشوط تليها تراجعا ازويرات ثم بئر أم قرين فأطار ، أي أن محطات لعيون و بتلميت وانواذيبو وأطار تتوسط محطات البلاد من حيث الأشعاع المباشر

2- الإشعاع المبعثر Rayonnement Diffus

يتغير الإشعاع الشمسي عندما يدخل الغلاف الغازي ويتبعثر قسم منه بواسطة غازات الغلاف الغازي ، وعناصر أخرى تسبح في الهواء. تنتقل هذه الأشعة بحيث يصل قسم منها سطح الأرض وقسم ينعكس، وقسم ثالث يمتص، وقسم رابع يرجع إلى الفضاء الخارجي (15)

تتغير حدة هذا الإشعاع خلال اليوم الواحد، فهي ترتفع في منتصف النهار وذلك لزيادة ارتفاع الشمس فوق الأفق ثم تحبط قيمتها بعد منتصف النهار ، ويعتمد الإشعاع المبعثر بالدرجة الأولى على شفافية الغلاف الغازي ، إلا أن انخفاض درجة الشفافية أو بمعنى آخر زيادة عناصر العتمية في الغلاف الجوي لا تخفض نسبة الأشعة المبعثرة و إنما تزيدها.

جدول رقم (2) التوزيع السنوي للإشعاع المباشر في محطات الرصد الموريتانية (كالوري/سم ² /د)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المتن
النعمة	388	372	417	413	381	374	362	340	351	338	346	295	361
لعيون	315	361	417	425	365	348	325	368	327	296	303	293	339
تجكجة	313	415	414	458	422	300	372	388	349	331	302	313	359
بتلميت	283	342	398	445	426	376	364	340	340	319	306	284	357
انواكشوط	268	329	386	426	395	372	308	330	323	308	304	273	332
اكجوجت	251	347	399	457	413	399	376	310	293	293	304	293	358
انواذيبو	277	316	361	394	412	378	302	320	292	284	270	264	325
أطار	164	174	190	193	180	172	139	118	112	137	150	169	156
فديرك/زوايرات	148	171	182	172	146	127	115	117	108	129	139	139	137
بئر أم قرين	153	148	157	155	137	137	131	129	121	123	127	143	139

والمهم أن الأشعة المبعثرة تتغير تبعا لتغطية السحب، فالأشعة المعكوسة بواسطة السحب تتبعثر وينتج عنها زيادة حدة الأشعة المبعثرة، وهي أعلى في منتصف النهار منه في الصباح و المساء .وفي حالة انخفاض زاوية الميل يمكن للإشعاع المبعثر أن يزيد عن الإشعاع المباشر.

والأشعة المبعثرة لا تزيد فقط حدة التسخين لسطح الأرض بل تزيد الإضاءة فيها بنسبة قد تصل 40 % عندما تتوفر في السماء غيوم لا تحجب قرص الشمس تماما⁽¹⁶⁾.

جدول رقم (3) التوزيع السنوي للإشعاع المبعثر في محطات الرصد الموريتانية (كالوري/سم ² /د)												
الشهور/ المحطات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	123 السنة
النعمة	132	152	162	186	205	211	213	212	198	174	141	145
لعيون	142	155	162	182	205	217	217	165	200	182	149	144
تجكجة	134	163	161	169	198	209	209	200	196	170	149	122
بتلميت	139	161	171	173	191	214	214	218	199	180	151	140
انواكشوط	151	162	174	182	204	233	233	220	206	181	150	141
اكجوجت	154	149	232	169	186	205	205	203	207	179	143	125
انواذيبو	137	156	178	194	203	237	237	222	212	182	145	130
أطار	261	307	386	432	452	476	476	472	417	339	285	242
فديركه/ زوايرات	256	250	366	449	481	533	566	442	391	342	276	239
بئر أم قرين	235	306	451	462	492	439	493	476	412	347	268	219
390												

هذا الإشعاع يختلف من محطة لأخرى ومن شهر لآخر وهو أقل كمية في كل المحطات من الإشعاع المباشر ، باستثناء محطات أطار و افديرك و بئر أم قرين التي يكاد الإشعاع المبعثر فيها يصل ضعف الإشعاع المباشر.

وعموما فإن أعلى رقم سجل كان في بئر أم قرين (شهر مايو: 308,5 كالوري/سم²/يوم) وأدنى رقم سجل في النعمة (شهر يناير 136,6 كالوري/سم²/يوم) و المتوسط السنوي للأشعة المبعثرة يبين أن بئر أم قرين جاءت في المرتبة الأولى تليها في الاتجاه نحو الأعلى محطة أطار ثم أفديرك فانواكشوط وأن محطة بتلميت كانت آخر المحطات في الترتيب تليها اكجوجت ثم تجكجة فالنعمة ، وهو ما يعني أن محطات انواذيبو ولعيون وانواكشوط كانت وسطا في الترتيب بالنسبة لهذا العنصر.

وجدير بالذكر أن مقادير الإشعاع المبعثر أقل مقادير الإشعاع المباشر في موريتانيا ، مثلها في ذلك مثل العروض المدارية والتي تصل فيها الأشعة المبعثرة 3/2 قيم الإشعاع المباشر و لأن هذا الإشعاع لا يتطابق مع دوائر العرض، اعتبرت الانحرافات وخطوط الإشعاع المتساوي، ناتجة عن شفاقية الغلاف الجوي ومن ثم نسبة تغطية السماء بالسحب

¹⁶- خروموف، س، ب، الطقس و المناخ و إصاد الجوية ، مرجع سبق ذكره ، ص 121

4- الانعكاس *La Réflexion*

إن السحب و الأتربة و المسطحات المائية والغطاء النباتي وذرات الغبار و بخار الماء تعكس الأشعة الشمسية إلى الفضاء لكنها لا تعكس إلا جزء منه ، وهذا الجزء المنعكس هو المعروف بالآلبيدو **Albedo** ويقدر ألبيدو الأرض بـ: 0,42 أو 0,35⁽¹⁷⁾ ويمكن الحصول عليها بالاستناد إلى نوعية التربة و لونها ، مع مراعاة التغير الفصلي، ويسمى أيضا معامل العاكسة⁽¹⁸⁾ **Coefficient de Réflexivité** ويساوي الآلبيدو **Ra/Rs** حيث **Ra** الإشعاع الكلي⁽¹⁹⁾، وهذه أمثلة في الآلبيدو: السحب 0,9-0,6 والثلج 0,85 والرمل الجاف الأبيض 0,34 وحقل من العشب الجاف 0,31 وتربة جافة عارية 0,18، وأرض باثرة 0,10، وغابة كثيرة الأوراق 0,04، وبحيرة عميقة 0,01⁽²⁰⁾ .

جدول رقم (4) التوزيع السنوي للإشعاع المنعكس في محطات الرصد الموريتانية (كالوري/سم ² /د)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	السنة
الشهور/ لمحطات	116	133	142	151	149	148	144	138	136	129	121	110	135
النعمة	115	130	146	152	143	141	136	132	133	120	114	110	132
لعيون	112	129	144	157	155	134	147	147	136	125	112	109	134
تجكجة	91	125	144	157	169	145	146	135	138	127	116	105	135
بتلميت	106	124	141	153	151	144	134	137	134	123	112	101	129
انواكشوط	101	125	144	157	164	154	151	145	129	118	112	105	134
اكجوجت	101	118	138	146	155	149	138	135	126	118	102	99	128
انوانيبو	107	121	144	156	158	160	154	148	137	119	109	103	134
أطار	103	118	135	155	155	144	144	140	127	117	102	94	128
قديرك/ زوايرات	99	112	154	157	160	161	158	149	132	116	100	96	133
بنر أم قرين													

أما عن قيم هذه الأشعة في موريتانيا فقد استخرجت بفضل الحصول على القيم الفعلية للانعكاس المباشر، وقد اعتمدت خاصية وضعية التربة خلال الأوقات المختلفة . وتدل البيانات (جدول رقم 4) على أن زيادة كمية الأشعة المعكوسة في شهور الصيف وخاصة في الجهات الصحراوية وشبه الصحراوية يعود إلى زيادة جفاف سطح الأرض وتغير لونها الذي يؤدي إلى زيادة في الانعكاس المباشر عادة، أما في الشتاء فيظهر العكس حيث تصل درجة الانعكاس حدها الأدنى، وذلك راجع إلى كون لون السطح

17- محمد وليد كامل ، المناخ و الأرصاد الجوية (حلب ، جامعة حلي ، 1983) ص 66

18- عبد القادر حليمي ، مدخل في الجغرافيا المناخية و الحيوية (مرجع سبق ذكره)، من ص 65 - 66

19- المرجع السابق : ص 71

20- (G.Viers Eléments de climatologie / Paris Presses des Imp. Du Vall d'Osne ; 1971 , p 37

يميل إلى العتم وخاصة في الجنوب.

ويلاحظ من الجدول رقم : (4) أيضا أن قيم كمية الإشعاع المنعكس خلال العام تتغير في موريتانيا حيث تنخفض من منطقة الساحل (محطات الجنوب) وترتفع في منطقة الصحراء (محطات الشمال).

و الإشعاع المنعكس يشكل على العموم 24 - 27 % من قيم الإشعاع الكلي وهو يختلف حسب الفصول حيث يسجل الحد الأعلى لهذا الإشعاع خلال فصل الصيف (يتراوح بين 132 كالوري/سم²/يوم) أما الحد الأدنى فيحصل في الشتاء (يتراوح بين 91 كالوري/سم²/يوم) و (133 كالوري/سم²/يوم).

هذا ويتبين من الجدول نفسه مدى الاختلاف البين في قيم الألبيدو وبين محطات الغرب (محطات ساحل المحيط) ومحطات الداخل (باقي المحطات).

وهناك ما يعرف بالإشعاع الخالص، ويرمز له بالحرفين RN ويستخرج بالطريقة التالية: $Rn = Ra - Rs$ حيث Ra تمثل الإشعاع المنعكس و Rs الإشعاع الكلي و يتوزع الإشعاع الخالص كالتالي:

0,35% تصرف على الأحياء ويرمز لها ب: (G)

0,95% تصرف بشكل إشعاع أرض ويرمز لها ب: (Rt)

17,33% تنفق لتحسين الجو ويرمز لها ب: (H)

81,37% تصرف للتبخر ويرمز له ب: (LE)⁽²¹⁾

5- الإشعاع الفعال

يقصد به كل الأشعة الطولية غير المرئية المفقودة من سطح الأرض، وهو بصورة أدق خلاصة طاقة إشعاعية مفقودة ، وبالنتيجة تفقد الحرارة من سطح الأرض ليلا وترصد بشكل دقيق بواسطة جهاز خاص يدعى « بركيومتر ». ويمكن استخدام قيم الإشعاع

بواسطة هذه المعادلة: $E = E_o(1 - cn^2 - 4soQ^3(ow-o))$ ⁽²²⁾

حيث: E_o : الإشعاع الفعال في حالة كون السماء من الغيوم

²¹⁻ عبد القادر حليمي ، مدخل في الجغرافيا المناخية و الحيوية (مرجع سبق ذكره)، ص 71

²²⁻ فاضل باقر الحسيني ، الخواص الإشعاعية لمناخ القطر العراقي، مرجع سبق ذكره، ص 410

C :معامل يعكس تأثير الغيوم على الإشعاع الفعال

So :معامل يعكس اختلاف إشعاع السطح الاعتيادي عن إشعاع السطح الأسود

O :نسبة ثنائية (ستيفان ، بولتزمان) **Stefan-Boltzman 108,14** مرفوعة

للأس 11 — لانكي / د (23)

O : حرارة الهواء، و **OW** : حرارة سطح التربة

ويعرف الإشعاع الفعال أيضا بأنه طاقة يفقدها سطح الأرض على حساب الفرق بين الإشعاع الأرضي الخاص والإشعاع المقابل للغلاف الغازي ويفقد سطح الأرض نتيجة لهذا طاقة وهو يساوي بهذا المعنى $E_e = E_s - E_a$ (24) ، حيث E_e للارتفاع الفعال و E_s الإشعاع الأرضي و E_a الإشعاع للمقابل :

الشهور / المحطات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	السنة
النجمة	295	301	301	283	248	189	136	112	118	224	283	271	230
لعيون	269	282	303	288	241	191	134	110	139	205	237	248	221
تجكجة	248	260	266	266	236	171	153	148	159	201	224	254	215
بتلميت	254	260	266	266	248	195	142	118	130	189	224	242	211
انواكشوط	212	201	207	201	165	148	94	100	112	148	183	207	165
اكجوجت	210	231	238	243	209	169	158	153	183	212	225	206	206
انوانبيو	177	171	171	171	165	135	118	118	124	136	142	153	150
أطار	237	248	260	264	257	245	207	178	183	214	227	241	230
قذيرك / زوايرات	218	224	236	236	212	183	189	189	183	201	207	207	207
بنر ام قرين	218	212	218	212	217	195	195	189	183	183	189	207	201

يظهر من الجدول (5) مقادير الإشعاع الفعال أعلى من الإشعاع المعكوس

بشكل عام ومن ناحية الفوارق السنوية نلاحظ أن هناك اختلافات قليلة بالنسبة لكافة المحطات، وهذا على عكس الأشعة المعكوسة وقد يفسر ذلك بأن الإشعاع الأرضي كبير جدا سواء كان خلال الصيف أو الشتاء، يضاف إلى هذا أن فقدان الطاقة الحرارية يحدث هبوطا حادا في الموازنة الإشعاعية .

ونشير هنا إلى أن زيادة الغيوم تزيد قيم الأشعة المقابلة وتنخفض قيم الأشعة الفعالة، ذلك أن الإشعاع الفعال أقل بكثير في حالة الأجواء الغائمة عما هو عليه في الأجواء

23- خروموف .س.ب.، مرجع سبق ذكره ، ص 128

24- فاضل باقر الحسيني ، الخواص الإشعاعية لمناخ القطر العراقي، مرجع سبق ذكره، ص 410

الصحوة، ولهذا السبب تكون الليالي باردة. ويتمثل الإشعاع الفعال كذلك في النهار لكنه مخفف أو جزء منه كبير يعوض بالأشعة الممتصة، لهذا يكون سطح أدفاً مما عليه الحال في الليل، ويتبع حقيقة أن الإشعاع الفعال أكثر في النهار.

ولهذا سيلاحظ من الجدول السابق أيضا كمية الإشعاع الفعال تتناثر عموما حوالي الرقم: 220 كالوري/سم²/يوم ، مع أن هناك استثناءات تراوحت بين 301 كالوري/سم²/يوم | أعلى و 94 كالوري/سم²/يوم كحد أدنى.

و الحد الأقصى للإشعاع الفعال يسجل الشتاء، أما الحد الأدنى فيسجل في الصيف و النهايات العظمى لهذا الإشعاع تسجل في شهور مارس في كل المحطات عدا اكجوجت وأطار اللتان سجلتاه في أبريل . أما النهايات الدنيا فقد سجلت في شهر أغسطس في كل المحطات أيضا عدا افريديك وبئر أم قرين واكجوجت حيث سجلت في شهر سبتمبر.

وقد يرجع هذا إلى ظروف انعدام الغيوم خلال الأشهر المرتفعة الإشعاع الفعال وكثافتها خلال تلك القليلة الإشعاع. كما يظهر تأثير رطوبة الهواء جليا في انخفاض الكمية الإشعاعية في شهور الخريف. كما يلاحظ تقارب كمية الإشعاع الفعال خلال شهور السنة المختلفة في محطات بئر أم قرين وافريديك وانواذيبو وتباعدها في محطات لعيون والنعمة وبتلميت.

وعموما يمكن القول بأن التباين في هذا الصنف الإشعاعي يتناقص بالاتجاه شمالا. وعلى المستوى السنوي وصل أكبر متوسط كمية إشعاع فعال في محطة النعمة وأطار(230 كالوري/سم²/يوم). وأما الحد الأدنى فيكون في محطة انواذيبو بمتوسط 150 كالوري/سم²/يوم.

6- الأشعة الممتصة

يتفاوت مقدار ما يمتصه الجو من الإشعاع الشمس تبعا لسمك طبقة الهواء التي تخترقها الأشعة عندما تكون عمودية أو مائلة، تبعا لما يحتويه الهواء من غازات و أترية وسحب ومواد عالقة أخرى، كما أن أغلب الأشعة فوق البنفسجية يمتصها الأوزون⁽²⁵⁾

²⁵- عبد الغاني جميل السلطان، الجو عناصره وتقلباته(بغداد دار الحرية للطباعة، 1985) ص 38

وغازات الغلاف الجوي التي تمتص الأشعة بنسبة جيدة في بخار الماء وثاني وأكسيد الكربون والأوزون (26).

جدول رقم (6) التوزيع السنوي للإشعاع المبعثرة في محطات الموريتانية (كالوري/سم ² /د)												
الشهور/ المحطات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
النعمة	354	390	437	348	437	437	431	419	413	383	366	330
ليون	342	383	437	455	427	420	406	401	394	358	338	327
تجكجة	336	447	431	470	465	401	434	441	409	377	338	326
بتلميت	331	378	425	461	448	443	431	423	401	372	342	319
انواكشوط	312	366	419	455	448	437	407	413	395	366	342	313
اكجوجت	303	372	427	469	488	463	453	434	388	354	335	313
انواذيبو	313	354	401	442	460	442	401	407	378	348	313	295
أطار	318	360	432	469	474	478	461	441	392	357	326	368
فديرك/ زوايرات	301	348	413	466	472	431	437	419	372	354	313	284
بنر أم قرين	189	342	454	460	488	484	466	455	401	354	295	266
المعدل	320	374	427	460	461	444	433	425	394	362	331	308
												394

يعكس الجدول (6) معطيات الأشعة الممتصة وهي أشعة لها أهمية كبيرة في دراسة الموازنة الإشعاعية. فالمعدل السنوي العام لهذه الأشعة كبيرة (394,3 كالوري/سم²/يوم) وقد حصلت خمس محطات على قيم فوقه ، وخمس حصلت على قيم تحته . ويلاحظ من الجدول أيضا أن أكبر كمية للأشعة الممتصة خلال العام رصدت في النعمة تليها تجكجة وأطار ثم اكجوجت(ظروف صحراوية) وأقل كمية لتلك الأشعة كانت في انواذيبو تليها في الاتجاه أفريك ثم انواكشوط وليون(ظروف شبه صحراوية).

وهذا ويبرز الجدول المذكور أن امتصاص الإشعاع يصل الحد الأدنى خلال أشهر الشتاء وهذا له علاقة بالحد الأدنى في موجات الإشعاع الكلي. وخلال شهر أبريل ترتفع كمية الأشعة الممتصة حتى تصل خدها الأعلى أثناء فصل الصيف(مايو).

الميزانية الإشعاعية

إن الميزانية الإشعاعية سلسلة من المبادلات الخاصة بين مختلف أنواع الإشعاع التي تحافظ على هذا النوع من التوازن في الطاقة خلال المبادلات التي تتم أثناء النهار و الليل ، والفترات اليومية والحصيلة الناتجة عنها(27).

-26 خروموف .س.ب.، مرجع سبق ذكره ، ص 128

-27 المنظمة العربية للتنمية الزراعية،دراسة المناخ الزراعي للوطن العربي-موريتانيا(الخرطوم،المنظمة1977)،ص 55

وأفضل وسيلة لدراسة الموازنة الإشعاعية هي اعتبارها نظاما رئيسيا من نظم انتقال الطاقة يتكون من نظامين متداخلين يمثل أحدها الإشعاع الشمسي بينما يمثل الآخر الإشعاع الأرض (28) ومن هنا كان من الضروري تحديد كل أنواع الإشعاع التي تدخل ضمن الميزانية. وسندرك في الأخير أن الميزانية الإشعاعية هي في الحقيقة الفرق بين الإشعاع الكلي ومجموع الإشعاع المنعكس والإشعاع الفعال. وهو ما تمثله البيانات الجدول رقم (7)، كما يمكن أن تستخرج أيضا بموجب تطبيق معادلة بوديكو الآتية:

$$R=(Q+q)(1-a)-E$$

حيث: Q : الإشعاع المباشر

و q : الإشعاع المبعثر

و (Q+q) : الإشعاع الكلي

و (a) : درجة الانعكاس المباشر %

و E : الإشعاع الفعال (29).

يتضح من الجدول رقم (7) أن الحد الأعلى للموازنة الإشعاعية يحدث في انواكشوط بمتوسط 313 كالوري/سم²/يوم، وذلك في أغسطس لأن المنطقة تتلقى أكبر كمية من الإشعاع الكلي كما أن مقادير الإشعاع الفعال أقل في هذه المحطة من بقية أجزاء القطر بفضل الرطوبة المتوفرة في هذه الجهات. أما الحد الأدنى للموازنة فيوجد في النعمة بمتوسط 59 كالوري/سم²/يوم، وذلك في شهر يناير، والسبب يرجع إلى انخفاض نسبة الإشعاع الكلي نتيجة لزيادة كمية التغييم السنوية.

جدول رقم (7) الميزانية الإشعاعية في المحطات الموريتانية (كالوري/سم ² /د)												
الشهور / المحطات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
النعمة	59	89	136	165	189	248	295	307	295	159	83	59
لعيون	73	104	130	167	176	229	272	291	255	153	101	79
تجكجة	188	127	165	204	229	230	281	293	250	176	114	72
بنلميت	77	118	159	195	212	248	289	301	271	183	118	77
انواكشوط	100	165	212	254	283	289	313	313	283	218	159	106
اكوجيت	93	141	189	226	245	254	284	276	235	171	123	88
انواذيبو	136	183	230	271	295	289	283	289	254	212	171	142
أطار	81	112	172	205	217	233	254	263	209	143	99	67
فديرك/	83	124	177	230	260	248	248	230	189	153	106	77
بنر أم قرين	71	130	236	248	271	289	271	266	218	171	106	65

-28 نعمان شحادة، هلم المناخ، مرجع سبق ذكره، ص 90.

-29 فاضل باقر الحسين، الخواص الإشعاعية لمناخ القطر العراقي، مرجع سبق ذكره، ص 409

إن الحد الأدنى للموازنة الإشعاعية في موريتانيا يظهر بشكل عام خلال فصل الشتاء وقد يصل إلى قيم أقل في الأراضي ذات التربة البيضاء. ويسجل الحد الأدنى للموازنة الإشعاعية عادة خلال شهر ديسمبر أو يناير.

و انطلاقا من شهر فبراير تأخذ الموازنة الإشعاعية بالازدياد بشكل حاد حتى تصل أقصى مستوى لها في أغسطس. وقد يلاحظ من الجدول رقم (7) أيضا أن قيم هذه الميزانية خلال فصل الربيع تكون أكثر من قيمها خلال فصل الخريف، ويرجع ذلك إلى زيادة المطردة في موجات الإشعاع الكلي خلال الربيع، وإلى نقص كمية السحب أيضا. واستنادا على ما مر ذكره نستطيع توزيع المساحة الموريتانية إلى أقاليم إشعاعية أربعة: إقليم غربي يصل فيه الميزان الإشعاعي أكثر من 200 كالوري/سم²/يوم، وتمثله محطتي انواكشوط و انواذيبو، وإقليم شرقي يقل فيه الميزان الإشعاعي عن 180 كالوري/سم²/يوم، تمثله محطات النعمة ولعيون وأطار وفديرك، ثم إقليمان يقعان وسطا بين الاثنين .

وخلاصة القول أن قيم الموازنة تتناقص كلما توجهنا نحو القارة (شرق) مبتعدين عن المحيط الأطلسي (غرب).

المراجع المعتمدة

- 1- حيايد، ميشل، التجفيف المكثف للخضب باستخدام الطاقة (صوفيا: رسالة دكتوراه، 1979)
- 2- الحسني، فاضل باقر « الخواص الإشعاعية المناخ لقطر العراقي » مجلة الأستاذ، كلية التربية، جامعة بغداد، عدد 1 1978،
- 3- حلبي عبد القادر ، مدخل في الجغرافيا المناخية والنباتية (الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية ، 1981)
- 4- خروموف، س.ب، الطقس والمناخ والأرصاد الجوية، ترجمه فاضل باقر الحسني وآخرون (بغداد: جامعة بغداد، 1997)
- 5- السلطان ، عبد الغني دميل، الجو عناصره وتقلباته (بغداد: دار الحرية للطباعة، 1985)
- 6- شحادة ، نعمان، المناخ العملي (عمان: مطبعة النور للنموذجية ، 1983)
- 7- كاما ، محمد وليد، المناخ والأرصاد الجوية (حلب: جامعة حلب، 1983)
- 8- لاکوست، آلان بيترسانون ، عناصر الجغرافيا الحيوية والايكولوجيا، ترجمة عبد القادر حلبي (الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية ، 1982)
- 9- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، المناخ الزراعي في الوطن العربي-موريتانيا (الخرطوم، المنظمة، 1977)
- 10- الولاتي، بشيري ولد محمد، مناخ موريتانيا دراسة إقليمية كمية (بغداد: رسالة ماجستير من معهد البحوث والدراسات العربية 1990)
- 11- الولاتي، بشيري ولد محمد، جغرافية موريتانيا (انواكشوط : نشر ، 1993)
- 12- Viers, G, 1971, Eléments de climatologie, Paris, Presses des Imp. Du Vall d'Osne, 1971.