الموازنة المائية المناخية ودليل الانزعاج خلال فصل الشتاء لبعض المحطات المناخية في العراق

أ.م.د. طه رؤوف شير محمد(*)

م. م. أوراس غني عبد الحسين(*)

المستخلص :

تتمحور هذه الدراسة حول نتائج تطبيق مقياسين من مقاييس المناخ التطبيقي هما، الموازنة المائية المناخية (Climatic water balance) ودليل الانزعاج (Discomfort index) في عشر محطات مناخية تقع في اجزاء مختلفة من العراق خلال فصل الشتاء تحديداً. تم اختيار المحطات العشر بحيث تغطي اكبر مساحة ممكنة من القطر وذلك من خلال توزيعها المنتشر والمتباعد من جهة، ومن جهة اخرى التوقع المسبق باحتمال ظهور فروقات محسوسة في نتائج المقياسين المعتمدين بحكم هذا التباعد.

تم حساب مقياس الموازنة المائية المناخية من خلال عملية طرح كمية التبخر/ النتح الممكن (Potential evapotranspiration) من كمية الامطار المتساقطة. التبخر/ النتح الممكن بدوره تم حسابه اعتماداً على معادلة الباحث العراقي الاستاذ نجيب خروفة. اما طريقة حساب دليل الانزعاج فكانت من خلال معادلة العاملين هوتن وياجلو (Houghten and Yaglou)، تلك المعادلة التي تعتمد على النسبة السنوية لساعات الشروق النظرية ومعدلات درجات الحرارة الشهرية. وحيث ان فصل الشتاء كان هو الفصل المعني بالدراسة، لذا تمثلت البيانات بالاشهر الثلاث كانون الاول وكانون الثاني وشباط حسب التصنيف النظري لاشهر السنة.

اعتمد البحث على جملة من التحليلات بعضها للعناصر الداخلة في تشكيل هذين المقياسين، وبعضها الآخر على طبيعة العلاقة بين هذين المقياسين في ضوء القيم التنازلية لاحدهما من شمال القطر الى جنوبه (الموازنة المائية المناخية)، والقيم التصاعدية للآخر من الشمال الى الجنوب (دليل الانزعاج).

(*) قسم الجغرافية – كلية التربية للبنات – جامعة بغداد

يتحدد البحث بدراسة عشرة محطات مناخية واقعة في ارجاء مختلفة من القطر (جدول رقم 1) عن طريق المعطيات الرقمية الخاصة بهذه المحطات وهي: السليمانية والموصل وكركوك وخانقين والرطبة والرمادي وبغداد والديوانية والناصرية والبصرة (شكل رقم 1)، ولمدة زمنية تمتد من (1971-2000) وفي فصل الشتاء فقط. وسوف يستخدم في قياس الموازنة المائية المناخية معادلة نجيب خروفة، بينما يستخدم دليل الانزعاج (DI) للعالمين هوتن و ياجلو في تحديد درجة الانزعاج (Discomfort index).

جدول رقم (1): المحطات المناخية المشمولة بالدراسة

المحطة	دائرة عرض (شمالاً)	خط الطول (شرقاً)	ارتفاع المحطة (م)
1- السليمانية	350.33-	450.27-	883
2- الموصل	360.19-	430.90-	223
3- كركوك	350.28-	440.24-	331
4- خانقين	340.21-	450.23-	202
5- الرطبة	320.09	400.37	631
6- الرمادي	330.15-	430.19-	45
7- بغداد	320.14-	440.14-	32
8- الديوانية	310.59-	440.59-	20
9- الناصرية	310.05-	460.14-	8
10- البصرة	300.34-	470.37-	2

المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية، اطلس مناخ العراق،2000.

ماوندر (Munder) و اوليكياي (Olgyay) وغيرهم (Smith, 1975, p.165-166)، يعد من الامور الحيوية في تحديد احساس الانسان بالراحة او شعوره بالضيق او الانزعاج. ففي مثل هذه الدراسات يتم اظهار تأثير البيئة في الكائنات الحية ولاسيما الانسان، وكذلك تأثير هذه الكائنات في البيئة. والاسم الدقيق لهذا التخصص، الذي يعد ايضاً فرعاً من فروع المناخ التطبيقي، هو علم المناخ الحياتي (Bioclimatology).

تهدف الدراسة الحالية الى تحليل مقياسين في اشهر الشتاء الباردة، احدهما (وهو الموازنة المائية المناخية) يفترض ان يتجه نحو تسجيل قيم موجبة في اكثر المحطات المناخية في القطر، لاسيما في شهر كانون الثاني اذ يتوقع تحقيق فائض مائي موجب (Water Surplus)، والثاني (وهو الراحة المناخية) والذي يفترض ان تميل تسجيلاته الى اظهار مستويات متباينة من عدم الراحة (Discomfort)، ولاسيما في شهر كانون الثاني ايضاً.

فمن مسوغات البحث امكانية الاستفادة من هذه المحاولة في استنباط طريقة جديدة في ظل احوال العراق التضاريسية والمناخية لتحديد اقل محطات ومناطق القطر انزعاجاً في فصل الشتاء، بعد ان تم التوصل في دراسة سابقة الى تحديد اكثر تلك المحطات راحة في محافظة نينوى خلال السنة (الياسري، 2003، ص 112-240). انها وسيلة اضافية لفهم الواقع الطبيعي المتمثل بالعناصر المناخية الرئيسية المشتركة بين المقياسين كدرجات الحرارة والرطوبة النسبية في محاولة للاستفادة منها للاغراض السياحية، حيث يمكن باعتماد هذه الآلية الجديدة تحديد اقل مناطق الاقليم انزعاجاً في فصل الشتاء او ما تسمى بالمشاتي (Winter resorts).

يفترض البحث تحت الاحوال المحلية للبلد كون اكثر المحطات المناخية فائضاً مائياً خلال فصل الشتاء هي اكثرها انزعاجاً خلال نفس الفصل، وبالعكس فان اقلها فائضاً سوف تكون اقلها انزعاجاً. وتتدرج باقي المحطات المناخية فيما بين هذين الحدين-الاعلى والادنى- وبنفس السياق المتوقع، وذلك لاسباب واستنتاجات سوف يتم اظهارها لاحقاً بعد التأكد منها احصائياً.

النتح الكامن في النباتات. اما اشهر هذه المعادلات فهي: معادلة دالتون ومعادلة كوتاجن ومعادلة بنمان ومعادلة خوسلا ومعادلة ايفانوف ومعادلة ثورنثويت ومعادلة بليني/ كريدل ومعادلة كاليت ومعادلة نجيب خروفة (الطيف، 1988، ص 219)، وسيتم اعتماد المعادلة الاخيرة في البحث الحالي.

في عام (1985) استنبط باحث عراقي هذه المعادلة لاستخدامها في المناطق الجافة وشبه الجافة الواقعة بين دائرتي عرض (023.5-550) شمالاً (علي، 1999، ص 64). وسيتم اعتمادها في حسابات الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة، على اعتبار ان الدراسات السابقة اظهرت بان هذه المعادلة، التي جاءت تعديلاً لمعادلة بليني/ كريدل، تعد من اكثر المعادلات ملائمة لاحوال القطر عامة (الجبوري، 2002، ص 116). لقد اعتمد نجيب خروفة في معادلته على حساب التبخر/ النتح المحتمل من خلال الربط بين درجات الحرارة (م٠) وساعات السطوع الشمسي النظرية من جهة ومقدار التبخر/ النتح المحتمل من جهة اخرى، على افتراض وجود تغاير خطي لطول النهار (P)، وتغاير غير خطي لدرجات الحرارة (TC). والمعادلة حسبما اوردها (القصاب، 1985، ص 13) هي:

$$ETo = \frac{P}{3} C^{1.31}$$

حيث ان ETo = التبخر/ النتح الكامن (ملم)

P = النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس الشهرية بالنسبة لعددها في السنة

C = معدل درجة الحرارة الشهرية (م٠)

2.2. المعادلة المعتمدة لقياس دليل الانزعاج (DI):

اما فيما يخص اهم المعايير المستخدمة لقياس راحة الانسان فهي الاخرى تنوعت ايضاً لكثرة المؤثرات المؤثرة في راحة الانسان واختلافها من شخص الى آخر، بل وتباين تأثيرها على الشخص نفسه في اوقات مختلفة. فمن المعايير ما هدف الى دراسة الضغط المناخي على الانسان وتأثيره في مستوى تفكيره الذهني وانتاجيته، ومنها ما هدف الى تقدير قيمة العناصر المناخية وتأثيرها في راحة الانسان، ومنها ما تناول العلاقة بين المناخ وصحة الانسان وانتشار الامراض.

2. معادلة قياس الموازنة المائية المناخية ومعادلة قياس الراحة المناخية:

1.2. المعادلة المعتمدة لقياس الموازنة المائية المناخية:

الموازنة المائية هي تعبير عن العلاقة الكمية بين التساقط (Precipitation) والتبخر/ النتح (Evapotranspiration) فعندما يكون مقدار التساقط اكبر من التبخر/ النتح يكون هناك فائض مائي، وبالعكس عندما يكون التساقط اقل من التبخر/ النتح تنتج عنه عجزاً مائياً (الراوي، 1990، ص 123-122). وعلى الرغم من امكانية قياس التبخر/ النتح بواسطة الاجهزة والمعدات، الا ان قياسه يعد من اصعب الظواهر المناخية، وذلك لطبيعة التبخر/ النتح الحساسة لكثير من العوامل المناخية المعروفة والتي تختلف من موضع الى آخر. كذلك لاختلاط الماء المتبخر وهو في حالته الغازية مع غازات اخرى في الهواء، كما ان التبخر يتم من المسطحات المائية والتربة والكائنات الحية على حد سواء.

فالتبخر/النتح الممكن، الذي عرفه بنمان (Penman, 1948, p.120) على انه "كمية المياه المنتوحة من حشائش خضراء قصيرة تغطي سطح التربة كله، ولاتشكو تلك الحشائش من أي نقص في الماء"، قيمة غير حقيقية الا في ظل ظروف خاصة وانما قيمة مثالية تعكس قدرة (طاقة) الجو التبخيرية في ظل ظروف بيئية مثالية، من حيث الرطوبة، ونوعية الغطاء النباتي... الخ. وحسب هذا المفهوم فانه من الضروري ان تتوافق عندئذ كمية المياه المتبخرة من احواض التبخر مع القيمة التي يعبر عنها التبخر الممكن (بغض النظر عن النبات على افتراض ان التربة عارية من النبات، ولكنها مشبعة بالماء). غير ان هذا التوافق غير موجود، حيث قدر ان التبخر من تربة عارية مشبعة بالماء ويبلغ قرابة (٩٠%) من التبخر من سطح مائي حر لكون التبخر من سطح الماء اسهل مما هو عليه من التربة (موسى، ٢٠٠٦، ص٣١٩).

ويقاس التبخر/ النتح بعدد من الاجهزة كجهاز بيشي وحوص التبخر ومسجل التبخر وجهاز لفنجستون وجهاز بلاني. اما طرق قياسه الكمية فهي متباينة وعديدة لاسباب ترتبط بمدى توفر هذه الطرق وموقع المحطة المناخية. فهنالك العديد من المعادلات التي تستخدم في حساب التبخر/ النتح، وهي تختلف وفق البيئات التي اشتقت المعادلة تحت احوالها، فمنها ما تهدف الى حساب كمية التبخر/ النتح للبيئة ككل ومنها لحساب التبخر في المسطحات المائية، ومنها ما يستخدم لحساب التبخر/

وفيما يخص مستويات او درجات الانزعاج شتاءً فيمكن تقسيمها الى ثلاث اصناف (الراوي، 1990، ص 163):

(أ): C　وهو الاقليم البارد غير المريح (DI) في حدود بين 14-14.9.
(ب): C*　وهو الاقليم الاكثر برداً من الاول ويقع بين حدود 12-13.9.
(ج): C-　وهو الاقليم شديد البرودة ويقع تحت الاقليم السابق وضمن 11.9 فأقل.

3. العناصر المناخية المستخدمة في معادلتي قياس التبخر/ النتح ودرجة الانزعاج:

سوف يتم في هذا البحث التطرق الى ذكر العناصر المناخية الداخلة ضمن معادلة التبخر/ النتح الكامن التي اعتمدها نجيب خروفة (وهي الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة)، وتلك الداخلة ضمن معادلة دليل الانزعاج (DI) للعالمين هوتن وياجلو (وهي درجة الحرارة والرطوبة النسبية)، مع بيان دور هذه العوامل حصراً في الموازنة المائية المناخية وفي راحة او عدم راحة الانسان، او حتى في ظهور بعض الامراض بسبب حالات التطرف في الحدود العليا او الدنيا لهذه العناصر:

1.3. الاشعاع الشمسي:

تختلف كمية الاشعاع الشمسي المنعكس (Albedo) حسب طبيعة سطح الارض ومقدار شفافية الغلاف الغازي، حيث تتوزع ما بين انعكاس بعض الاشعة الى الفضاء وما يستهلك في عملية تسخين التربة. اما القسم الآخر فيستخدم في التبخر/ النتح، اذ يبلغ مقداره (80%) في حالة وجود رطوبة في التربة (خروسوف، 1977، ص 123). اما عندما تكون التربة جافة فأن عملية التبخر تقل، أي ان كمية كبيرة من الماء تفقد من التربة بالتبخر عندما يكون سطح التربة رطباً وبذلك تكون لايصالية التربة المائية الشعرية دور مهم في عملية التبخر (النعيمي، 1990، ص 327).

ويظهر بان كمية التبخر من التربة ما بين فترتي الشروق والغروب تبلغ حوالي (70-90%) (بليغ، 1986، ص 166)، منها (80%) تتم في الساعة 6 صباحاً وحتى 6 مساءً (شحاذة، 1986، ص 206). اما مقدار النتح اليومي خلال ساعات التشميس فتبلغ (95%)، حيث ان الضوء يتحكم في حركة الثغور. فعندما تفتح الثغور سيتحول

ومن اجل اعطاء الدقة للمعايير المستخدمة لقياس الراحة اعتمد عدد غير قليل من العلماء على الطرق الكمية لقياس الراحة منها: دليل الحرارة-الرطوبة (THI) ودليل تبريد الرياح (K) ومخطط المناخ-الحياتي لأوليكياي ودليل الانزعاج لهوتن وياجلو (Houghten, 1923, pp.163-175)، والذي سوف يتم توظيفه في البحث الحالي.

اوجد هذان العالمان في عام (1923) مقياس درجة الحرارة الفعالة او المؤثرة (Effective temperature) بالتركيز على درجة الحرارة والرطوبة النسبية والعلاقة بينهما في هواء ساكن ومشبع ببخار الماء وانعكاس ذلك على ارتياح الانسان. ثم اقتبس العالم توم (Thom) هذا المقياس في عام (1959) واطلق عليه اسم معيار عدم الارتياح او الضيق او دليل الانزعاج (Discomfor index) (Mather, 1974, p.245). حيث يبحث هذه القرنية على مدى شعور الانسان بالراحة من عدمه في الاماكن المفتوحة والمغلقة، وخاصة موظفي المكاتب الذين صمم الدليل اصلاً ليعبر عن احساسهم بالانزعاج الحاصل عن الظروف الجوية (Griffiths, 1976, p.76). وتعد ايضاً من الادوات الناجحة في تقييم تأثير المناخ في الحركة السياحية على اعتبار ان اول ما يحس به السائح من عناصر المناخ هو درجة الحرارة اذ ان لها دوراً كبيراً في تحديد درجة راحته المناخية (علي، 2003، ص 57).

اما صيغة المعادلة كما اوردها (Lutgens, 1979, p41) و (Oliver, 1981, p.191) فهي:

$$DI = T\,air - 0.55[1 - (R.H./100)](T\,air - 14)$$

حيث ان:

DI = دليل الانزعاج

$T\,air$ = معدل درجة حرارة الهواء (م٠)

$R.H.$ = الرطوبة النسبية

٢,٣. درجة الحرارة:

تعد درجة الحرارة من ابرز العناصر المناخية التي لها تأثير مباشر او غير مباشر على الظواهر الجوية والمناخية، وجميع التغيرات التي تحصل لعناصر المناخ ترتبط بقيم درجات الحرارة، فهي تتحكم في تباين واختلاف الضغط الجوي والذي يؤثر في اختلاف سرعة واتجاه الرياح وبالتالي بالمنخفضات الجوية والكتل الهوائية، وهذه مجتمعة تؤثر بدورها في خصائص التساقط ومعدلات التبخر والنتح. فارتفاع درجات الحرارة يتسبب في زيادة الطاقة الحركية لجزيئات الماء فتضعف قوة تجاذبها وتماسكها مما يؤدي الى انطلاقها الى الجو على شكل بخار ماء. وعندما تصبح ثغور النباتات مفتوحة تزداد عمليات النتح، فمثلاً عند ارتفاع درجات الحرارة الى (٣٠)م٠ يترتب على ذلك زيادة امتصاص الماء من التربة لسد النقص في الاستهلاك المائي (شلش، ١٩٦٨، ص٢٠).

وكما تؤثر درجات الحرارة على التبخر من البيئة فأن لها تأثيراً واضحاً ومباشراً في كل الناس وفي كل انواع المناخات. فعند حصول تطرف في درجة الحرارة في حديها الادنى والاعلى يدفع جسم الانسان بصورة غير ارادية الى اعادة التوازن الحراري للجسم والذي يعتمد بصورة مباشرة على مقدار ما يمتصه من حرارة الهواء المحيطة به. ويمكن ترجمة هذا الكلام بالمعادلة التالية: (Wolf, 1987, pp.144-169):

$$M \pm R \pm C \pm P - E = 0$$

حيث ان:

M = الطاقة الايضية المتولدة داخ الجسم نتيجة احتراق الغذاء.

R = الطاقة من الاشعاع.

C = الطاقة من الحمل.

P = الطاقة من التوصيل.

E = التبخر من الجسم.

فاذا كان حاصل العملية صفراً، فان الجسم يكون في حالة التوازن الحراري، في حين اذا كانت النتيجة اكثر او اقل من صفر، فان الجسم يعاني من ارتفاع او انخفاض في درجة حرارته. لذا فالدرجة الحرارية

الضوء الممتص من قبل النبتة، الذي تبلغ نسبته (30%)، الى طاقة حرارية تساعد على اسراع او زيادة عملية النتح وبالتالي زيادة الاحتياجات المائية (كاشف الغطاء، 1982، ص 244).

اما فيما يخص تأثير الاشعاع الشمسي على راحة الانسان، فتؤكد الدراسات بأن لدرجات الاشعاع الحراري تأثيراً يفوق درجات الحرارة بمقدار الضعف تقريباً على الاحساس الحراري للانسان، وان تغير درجات حرارة الهواء بمقدار درجة مئوية واحد يعادله (0.5-0.8)م٠ في درجة حرارة الاشعاع (بهجت، ١٩٩١، ص٣٢).

ويختلف تأثير اشعة الشمس في الانسان بحسب قوتها وتركيبها، فالاشعة فوق الحمراء مثلاً تمتص بوساطة الملابس والجسم، الامر الذي يرفع حرارتها حتى ان الشخص يضطر في الجو الحار الى تخفيف ملابسه وتغيير نوعيتها (شرف، ١٩٨٦، ص٦٣). كما ويؤثر الاشعاع الشمسي، وخاصة الاشعة فوق البنفسجية، على جسم الانسان لقدرتها على تكوين فيتامين (D)، الذي يساعد على علاج بعض الامراض اذا كانت الاشعة بكميات قليلة، في حين تؤدي كميات كبيرة من هذه الاشعة الى اضرار بالغة على الانسان وجميع الكائنات الحية وكذلك في المناخ. الا انه ولحسن الحظ لايصل منها الى الارض الا نسبة قليلة جداً وذلك لامتصاصها من قبل غاز الاوزون الذي يوجد على ارتفاع (٣٥)كم (الراوي، ١٩٩٠، ص٢٠٥).

كما وتؤثر الاشعة الضوئية على العينين خصوصاً مما يؤدي الى اجهادهما واصابتهما بالضعف الشديد او العمى. وقد يؤدي استمرار التعرض للاشعاع الشمسي المباشر الى الاصابة بضربة الشمس او الى حالات التهاب الجلد واحمراره، كما ان التعرض الطويل لهذه الاشعة يؤدي الى الاصابة بسرطان الجلد (شرف، ١٩٨٦، ص٦٣).

في الرئتين حيث تؤدي الى مرض ذات الرئة، وتضخم الجيوب الانفية والتهاب المفاصل (شرف، ١٩٨٦، ص٦٥).

٣,٣ الرطوبة النسبية:

تؤثر الرطوبة النسبية على الموازنة المائية المناخية بدرجة كبيرة، فعند ارتفاع الرطوبة النسبية في الجو ستقل عملية التبخر/ النتح من النبات وبالتالي تقل احتياجاتها المائية. اما عند انخفاضها (مع ارتفاع معدلات درجات الحرارة) فان الضائعات المائية ستزداد، فالهواء الجاف يهيء ظروفاً صعبة في نمو النباتات وخاصة عندما يتناقص المحتوى الرطوبي للتربة، حيث تظهر اعراض الذبول على النبات كلما استمر الهواء بالجفاف. فقد وجد مثلاً ان النتح يزداد بما يقارب ست مرات عند انخفاض رطوبة الهواء النسبية من (٩٥-٥%)، مما يعرض النبات للذبول والهلاك (الاموي، ١٩٩٧، ص٤٠٧).

ومن جهة اخرى تؤثر الرطوبة النسبية بشكل مباشر في جسم الانسان وراحته، فالجسم بحاجة الى وجود ولو قدر ضئيل من الرطوبة في الجو لكي لايتعرض جلده او الاغشية المخاطية المبطنة للانف للجفاف. ويمكن للانسان ان يقاوم نقص الرطوبة في الجو بواسطة وظائفه الفسيولوجية، كأفراز العرق الذي يعمل على ترطيب الجلد خصوصاً اذا كان الجو جافاً حيث يؤدي نقص الرطوبة الى جفاف البشرة وجفاف الفم والبلعوم واحمرار العينيين وشعور الانسان بالضيق (Evan, 1980, p.20). وتكون قدرة الانسان على افراز العرق في الجو البارد محدودة لتقلص مسام الجلد، وفي هذه الحالة يتعرض جلد الانسان خاصة في الوجه واليدين والاجزاء المكشوفة منه الى التشقق. كما ان استخدام المدافيء داخل المنازل شتاءً يجعل الهواء جافاً مما يتطلب معه اضافة مقدار من الرطوبة الى جو الغرفة. وبالعكس، فان الرطوبة العالية خلال الطقس البارد تزيد من توصيل الحرارة من الجسم الى الجو المحيط به، الامر الذي يجعل الجسم يخسر جزءاً من حرارته في وقت هو احوج ما يكون فيه الى مثل هذه الحرارة (صفر، ١٩٨٤، ص١٤٠).

واوضحت احدى الدراسات الخاصة في مجال الراحة (حنتوش، ١٩٩٣، ص٥-٢٩)، ان الماء يشكل (٧٥%) من جسم الانسان وان أي اختلاف في نسبة الاملاح في تلك النسبة بمقدار $(1\pm)$ بسبب العرق الذي يفقده الجسم سيؤدي الى اختلال التوازن الوظيفي (الفسلجي) للجسم. وهذا

المثالية هي تلك الدرجة التي تقترب اكثر من حرارة الجسم الداخلية والتي هي في الانسان الطبيعي الخالي من المرض (٣٧)م٠.

ان تأثير الحرارة يرتبط غالباً بتأثير العناصر المناخية الاخرى كالرطوبة والرياح. فاذا ارتفعت درجة الحرارة وصاحبها ارتفاع في الرطوبة، فان ذلك يقود الى انخفاض قدرة الانسان على العمل، وقد يصاب بضربة الحرارة (Heat stroke)، بسبب توقف عملية تبخر العرق من سطح الجلد (وهي عملية ضرورية لحفظ التوازن الحراري للجسم). وفضلاً عن ضربة الشمس وضربة الحرارة يؤدي الارتفاع الشديد في درجات الحرارة الى حصول تغيرات في الدورة الدموية وهبوط الضغط وتمزق الجلد وتشقق الشفاه (العلوي، ١٩٨٠، ص٢٨).

أما عند انخفاض درجة الحرارة الى درجة تقترب من الحد الادنى لمنطقة التعادل الحراري، فتقل كمية الدم الواصلة الى سطح الجلد نتيجة تقلص الاوعية الدموية في الجلد لتقلل الحرارة المفقودة من الجسم الى الخارج، وفي الوقت نفسه يرتفع التمثيل الغذائي للتعويض عن الحرارة المفقودة. اما اذا انخفضت درجة حرارة الهواء دون الحد الادنى لمنطقة التعادل الحراري فتبدأ حينذاك عملية الارتجاف. واذا طال تعرض الجسم لدرجات واطئة جداً (عشرات الدرجات المئوية تحت الصفر)، فأن العمليات الفسيولوجية اعلاه تصبح عاجزة عن تعويض الحرارة المفقودة من الجسم، فيصاب الانسان بانخفاض درجة الحرارة (Hypothermia) الذي ان طال امده ادى الى الغيبوبة والوفاة نتيجة للاخفاق الحاصل في الدورة الدموية. وتظهر عوارض الاصابة بالبرد على خمسة مراحل، تبدأ بالرجفة يعقبها نوع من الاسترخاء والنعاس والفتور يصاحبه انخفاض حرارة الجسم، ثم يصاب الشخص بالغيبوبة مع تقزز العينين والتباطؤ في النبض والتنفس يليها تجمد الاطراف فالموت البرودي (الدليمي، ١٩٩٠، ص١٦-١٦١).

كما ان الانخفاض الشديد في درجات الحرارة ووصولها الى درجة الانجماد اذا صاحبها رطوبة عالية يؤدي الى الاصابة بتحفر القدم او ما يسمى بالقدم الخندقية (Trench foot)(*) حيث يؤدي الى موت الخلايا وتلونها وظهور الالم فيها. ومن أسوأ آثار انخفاض درجات الحرارة تأثيره

(*) استقي اسم هذه الاصابة مما كان يتعرض له الجند في الخنادق، فتعرض القدم للبرد في حذاء مبلل لعدة ايام متتالية يتسبب في توقف الدورة الدموية في جلد القدم واصابته بالغنغرينا. ونفس الاذى يلحق بالقدم عند بقائها في مياه شديدة البرودة لفترة طويلة.

جدول رقم (2): الموازنة المائية المناخية لمحطات منطقة الدراسة شتاءا (معدلات 1971-2000)

المحطة	مجموع ساعات السطوع السنوية	ساعات السطوع الشهرية			ساعات السطوع (%)(*)			معدل درجات الحرارة (م°)			كمية الامطار الساقطة (ملم)			التبخر/النتح الكامن (ملم)(*)			الفائض/العجز المائي (ملم)(*)		
		ك1	شباط	ك2	ك1	شباط	ك2	ك1	شباط	ك2	ك1	شباط	ك2	ك1	شباط	ك2	ك1	شباط	ك2
السليمانية	146.2	9.48	10.01	10.59	6.48	6.85	7.24	6.9	4.6	6.1	120.6	130.9	101.5	27.1	16.9	25.8	93.5	114.0	75.7
الموصل	146.3	9.44	9.59	10.55	6.45	6.56	7.21	8.1	6.4	8.6	62.4	65.2	64.2	33.3	24.9	40.3	29.1	40.3	23.9
كركوك	146.2	9.49	10.03	10.58	6.49	6.87	7.24	10.6	8.9	10.5	61.3	68.1	68.5	47.7	40.1	52.5	13.6	28.0	16.0
خانقين	146.3	9.56	10.10	11.03	6.53	6.90	7.50	10.7	9.1	10.9	58.2	57.1	52.2	48.6	41.5	57.1	09.6	15.6	4.9-
الرطبة	146.2	9.59	10.14	11.03	6.56	6.94	7.54	8.7	7.1	9.2	18.1	15.7	21.6	37.2	30.2	46.0	19.1-	14.5-	24.4-
رمادي	146.2	9.58	10.13	11.02	6.55	6.93	7.53	11.5	8.9	11.1	17.9	21.1	19.3	53.5	40.5	58.8	35.6-	19.4-	39.5-
بغداد	146.2	9.58	10.13	11.00	6.55	6.93	7.52	10.7	9.2	11.6	23.0	28.1	19.6	48.7	42.3	62.2	25.7-	14.2-	42.6-
الديوانية	146.0	10.05	10.20	11.06	6.88	6.99	7.58	12.3	10.8	13.2	22.1	23.8	18.5	61.4	52.6	74.2	39.3-	28.8-	55.7-
الناصرية	146.0	10.09	10.23	11.07	6.91	7.01	7.58	13.2	11.6	14.1	21.1	30.0	21.8	67.7	57.9	80.9	46.6-	27.9-	59.1-
البصرة	146.0	10.14	10.27	11.09	6.95	7.03	7.60	13.8	12.2	14.5	24.5	33.6	20.8	72.1	62.1	84.2	47.6-	28.5-	63.4-

المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

(*) من عمل الباحثين: الفائض/العجز المائي = كمية الامطار الشهرية-التبخر/النتح الشهري حسب معادلة ثورنثويت خروفة.

واضح عندما تتداخل درجات الحرارة المرتفعة مع القيم الدنيا للرطوبة النسبية فسوف يفقد الجسم (١٠%) مما يحتويه من الماء، حينئذ يفقد الجسم القدرة على المشي. وعندما يفقد الانسان (٢٠%) من وزنه من الماء يتعرض جسمه الى الجفاف ويصعب ادامة الحياة فيه. فيوم حار رطب اقسى على الجسم من يوم حار جاف حتى وان تساوت حرارتهما، على اعتبار ان فقدان العرق بالتبخر في يوم جاف يكون اسرع منه في اليوم الرطب، كما ان حركة الهواء بسرعة تجعل الانسان يشعر بالبرودة، لان الجسم يفقد حينها حرارته بسرعة (الفايد، ١٩٧١، ص٣٧).

٤. نتائج تطبيق معادلة الموازنة المائية المناخية ومعادلة قياس دليل الانزعاج

١,٤. نتائج تطبيق معادلة الموازنة المائية المناخية:

من خلال ملاحظة الجدول رقم (٢) يظهر بان كمية التبخر/ النتح (ملم) لاشهر الشتاء (كانون الاول وكانون الثاني وشباط)، والمحسوبة استناداً الى معادلة نجيب خروفة متباينة ما بين المحطات، ففي شهر كانون الاول احتلت محطة البصرة المرتبة الاولى في مقدار التبخر/ النتح الممكن، حيث بلغ ما سجل (٧٢,١)ملم، جاءت بعدها محطة الناصرية بواقع (٦٧,٧)ملم، ثم الديوانية (٦١,٤)ملم. اما المحطات السبعة الباقية: رمادي، بغداد، خانقين، كركوك، الرطبة، الموصل، السليمانية بلغت قيم التبخر/ النتح فيها: ٥٣,٥، ٤٨,٧، ٤٨,٦، ٤٧,٧، ٣٧,٢، ٣٣,٣، ٢٧,١ ملم على التوالي.

وبذات السياق من الترتيب جاءت محطة البصرة بالمرتبة الاولى ايضاً من حيث كمية التبخر/ النتح في شهر كانون الثاني، حيث بلغت (٦٢,١) ملم، اعقبتها محطة الناصرية (٥٧,٩)ملم، ثم الديوانية (٥٢,٦)ملم. اما الاختلاف في المواقع مقارنة مع شهر كانون الاول فحصل بين محطات الرمادي وبغداد وخانقين، حيث سجلت محطة بغداد (٤٢,٣)ملم، جاءت بعدها محطة خانقين (٤١,٥)ملم، ثم الرمادي (٤٠,٥) ملم. بينما حافظت باقي المحطات على نفس الترتيب السابق.

أما مستويات العجز المائي في المحطات السبعة الاخرى فكانت متباينة حيث تراوحت بين حدها الادنى (-١٤,٢) ملم في شهر كانون الثاني في محطة بغداد، وحدها الاعلى (-٦٣,٤) ملم في شهر شباط في محطة البصرة. وهذه المستويات تتوافق مع كون درجات الحرارة ومعدلات التبخر/ النتح الممكن تصبح اكثر ارتفاعاً كلما اتجهنا من شمال منطقة الدراسة الى جنوبه.

وفيما يخص دور الامطار في هذا المجال يلاحظ بأن لها اثر مهم في نتائج حساب الموازنة المائية المناخية، فهي تتظافر في المحطات الشمالية-بفعل كمياتها الكبيرة نسبياً مقارنة بالمحطات الجنوبية- مع الارقام المنخفضة لقيم التبخر/ النتح في انتاج فائض مائي واضح. هذا من جهة، ومن جهة اخرى يكون لها دور في تغير التشكيلة التي تظهر عليها المحطات عند ترتيبها من ادنى الى اعلى في ضوء قيم التبخر/ النتح، ذلك الترتيب الذي تتحكم فيه بالدرجة الاولى درجات الحرارة وبالدرجة الثانية ساعات السطوع. أي ان هذا الترتيب لايكون سارياً على النمط نفسه بل يتغير بعض الشيء عند حساب الموازنة على اعتبار ان لتباين الامطار دور اساس في فرض نمط جديد وترتيب جديد. فمثلاً تظهر محطة الرطبة بالمرتبة الثالثة بعد السليمانية والموصل في ترتيب قلة التبخر/ النتح خلال الاشهر الثلاث (٣٧، ٣٠، ٤٦ ملم على التوالي) -أي انها في وضع احسن من محطة كركوك التي تأتي بالمرتبة الرابعة-، بينما نجد عند حساب الموازنة المائية بأن هذه المحطة قد سجلت عجزاً مائياً في الاشهر الثلاث (-١٩، -٢٤,٥، -٢٤,٤ ملم على التوالي) عكس محطة كركوك (بل حتى خانقين) التي سجلت فائضاً (١٣,٦، ٢٨، ١٦ ملم) بفضل كميات الامطار التي تفوق كثيراً الكميات المتساقطة على محطة الرطبة.

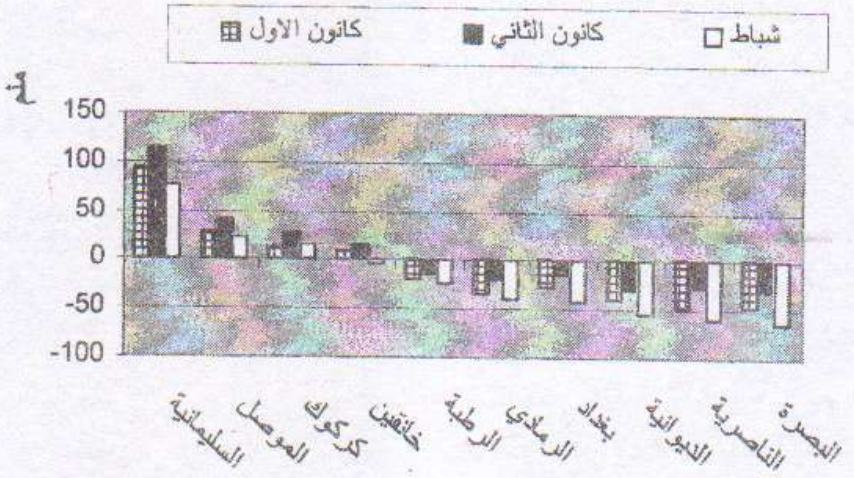
٢,٤. نتائج تطبيق معادلة قياس دليل الانزعاج:

المعطيات الخاصة بمعدلات درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة النسبية، فضلاً عن الى حسابات دليل الانزعاج (D.I) في اشهر الشتاء النظري كانون الاول وكانون الثاني وشباط تظهر في (الجدول رقم ٣). فمن حيث معدلات درجات الحرارة يلاحظ ان شهر كانون الثاني قد سجل ادنى المعدلات في الشتاء لجميع المحطات دون استثناء، يأتي بعده في اغلب المحطات شهر كانون الاول ثم شباط.

ترتيب شهر شباط كاد يتطابق بشكل تام مع شهر كانون الثاني لولا ان محطة الرمادي سجلت رقماً للتبخر/ النتح الممكن اعلى من محطة خانقين (٥٨,٨، ٥٧,١ ملم على التعاقب). عليه، يظهر مما سبق بأن مقدار التبخر/ النتح يزداد في منطقة الدراسة كلما توجهنا من الشمال الى الجنوب تماشياً مع ارتفاع درجات الحرارة.

أما بالنسبة للفائض (او العجز) المائي فقد كان متبايناً هو الآخر في الاشهر الثلاث في المحطات المناخية (انظر شكل رقم ٢)،

شكل رقم (٢) موازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة شتاءا (١٩٧١-٢٠٠٠)



المصدر :من عمل الباحثين اعتمادا على جدول رقم (٢)

اذ تزداد احتمالات حصول فائض مائي شتاءاً كلما تقدمنا الى شمال منطقة الدراسة، بل اقتصر الفائض في الواقع على محطات السليمانية والموصل وكركوك وخانقين، ففي شهر كانون الاول بلغت كميات الفائض في هذه المحطات الاربعة وبنفس التسلسل ٩٣,٥، ٢٩,١، ١٣,٦، ٩,٦ملم. اما في شهر كانون الثاني فكانت الكميات اكبر: ١١٤,٠، ٤٠,٣، ٢٨,٠، ١٥,٦ملم. وأخيراً عادت مستويات الفائض المائي الى التدهور في شهر شباط، بل انظمت محطة خانقين في هذا الشهر الى جملة المحطات السبعة الاخرى في تحقيق عجز مائي، وان كان عجزاً بسيطاً بلغت قيمته اقل من (-٥) ملم.

١٣,٤، ١٣,٨ (وجميعها من الصنف *C)، ولشهر ك٢ ١١,٣، ١٢,١، ١٢,٥ (الاولى من الصنف -C، بينما الثانية والثالثة *C) ولشهر شباط ١٣,٤، ١٤,١، ١٤,٤ (الاولى *C، بينما الثانية والثالثة C).

حافظت محطة خانقين المناخية على موقعها الوسط (في المرتبة الخامسة) لجميع الاشهر الثلاث، فكانت قيم DI كالآتي: ك١ = ١١,٢، ك٢ = ٩,٨، شباط = ١١,٥، وجميعها من نوع (-C). اما المحطات الثلاثة الباقية، وهي كركوك وبغداد والرمادي فقد تبادلت المواقع مع بعضها البعض الآخر خلال فصل الشتاء فيما يخص مستويات الانزعاج وتصنيفها، على الرغم من ان ترتيبها الحراري المبين اعلاه خلال هذا الفصل من الادنى الى الاعلى هو: كركوك/الرمادي / بغداد. ويظهر من خلال عدم التوافق هذه بين الترتيب الحراري للمحطات والترتيب التصنيفي لها ان هنالك ثمة عامل او عنصر مناخي آخر قد لعب دوراً في جعل بعض المحطات الاكثر برودة في وضع احسن نسبياً فيما يخص دليل الانزعاج من محطات اخرى اقل برودة. وبعد التدقيق في الارقام الخاصة بمعدلات الرطوبة النسبية يتبين لنا ان لتباين قيم هذه المعدلات دور في احداث تغير في السياق المتوقع للمعادلة في ضوء مديات درجات الحرارة لو اعتمدت لوحدها. فمثلاً كانت الرطوبة النسبية لمحطة الرمادي في شهر كانون الثاني اعلى من نظيرتها لمحطة كركوك (٧٥%، ٦٨,٧% على التوالي)، لذا ظهرت محطة الرمادي اكثر انزعاجا في هذا الشهر ولو بشكل جزئي (٩,٦ للرمادي مقابل ٩,٨ لكركوك). وهذه حقيقة تتفق مع الطبيعة الفسيولوجية لجسم الانسان في أن الرطوبة العالية خلال الطقس البارد تزيد من فقد حرارة الجسم الى الجو المحيط به.

٥. العلاقة بين الموازنة المائية المناخية ودليل الانزعاج في منطقة الدراسة:

يتم في هذا البحث الجمع بين مقياسي الموازنة المائية المناخية ودليل الانزعاج لفصل الشتاء معاً في معادلة احصائية واحدة بغية التأكد احصائياً من حقيقة علمية جغرافية مفادها ان هنالك عنصرين مناخيين مهمين يساهمان معاً في كل من الموازنة ودليل الانزعاج، هما معدلات درجات الحرارة الشهرية والرطوبة النسبية، لهما في عناصر اخرى تم التطرق الى جميعها في الصفحات السابقة. وبسبب المساهمة الفعالة لهذين

أما من حيث تسلسل المحطات من أدنى الى اعلى المعدلات الحرارية فيلاحظ بأنها تتبع السياق التالي:

السليمانية / الموصل / الرطبة / كركوك /خانقين / الرمادي/بغداد الديوانية /الناصرية / البصرة. اذ ان انخفاض درجات الحرارة يرتبط بعلاقة طردية مع زيادة الشعور بالانزعاج شتاءاً، فأن الجدول يظهر ان المحطات الثلاثة الاكثر برودة خلال فترة الدراسة، وهي السليمانية والموصل والرطبة، كانت هي نفسها الاكثر انزعاجاً: قيم DI على التعاقب لشهر ك١ = ٨,٢، ٨,٧، ٩,٧ ولشهر ك٢ = ٦,١، ٧,٢، ٨,٤ ولشهر شباط = ٧,٦، ٩,٢، ١٠,٢. وظهرت جميعها ضمن التصنيف (C-) في دليل الراحة وهو الاقليم البارد غير المريح.

جدول رقم (٣): دليل الانزعاج لمحطات منطقة الدراسة شتاءاً للمدة (١٩٧١-٢٠٠٠)

المحطة	معدل درجات الحرارة (م°)			معدلات الرطوبة النسبية (٪)			دليل الانزعاج (DI)(*)		
	ك١	ك2	شباط	ك١	ك2	شباط	ك١	ك2	شباط
السليمانية	6.9	4.6	6.1	67.0	71.0	66.0	8.2	6.1	7.6
الموصل	8.1	6.4	8.6	80.1	80.1	73.6	8.7	7.2	9.2
كركوك	10.6	8.9	10.5	72.2	68.7	65.9	11.1	9.8	11.2
خانقين	10.7	9.1	10.9	71.2	75.3	62.5	11.2	9.8	11.5
الرطبة	8.7	7.1	9.2	66.8	65.4	62.1	9.7	8.4	10.2
الرمادي	11.5	8.9	11.1	76.0	75.0	60.0	11.8	9.6	11.7
بغداد	10.7	9.2	11.6	71.5	72.1	61.9	11.2	9.9	12.1
الديوانية	12.3	10.8	13.2	67.0	69.0	59.0	12.6	11.3	13.4
الناصرية	13.2	11.6	14.1	65.8	65.5	58.8	13.4	12.1	14.1
البصرة	13.8	12.2	14.5	71.0	72.0	65.0	13.8	12.5	14.4

المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

(*) من عمل الباحثين

وعلى العكس من هذه الحالة، بدت المحطات الثلاثة الاخيرة في تسلسل درجات الحرارة اعلاه، وهي الديوانية والناصرية والبصرة، والتي سجلت اعلى المعدلات الحرارية، في وضع افضل من حيث قلة الانزعاج شتاءاً، فكانت قيم DI الخاصة بها على التوالي لشهر ك١ = ١٢,٦،

وذلك بالمقابلة بين نتائج الموازنة المائية المناخية ونتائج دليل الانزعاج لجميع المحطات العشرة المدروسة وللاشهر الثلاثة قيد الدراسة. يستخدم في هذا التحليل معامل ارتباط الرتب لسبيرمان(*) (Spearman's Rank Correlation Coefficient) الذي يبلغ حدها الاقصى (± ١) عندما يشير الى وجود علاقة ارتباط تامة بين المتغيرين (شبيجل، ١٩٧٨، ص٤١٤-٤١٥) و (العمر، ١٩٨٩، ص٢٨٧-٢٨٨).

النتائج التي نحصل عليها من الجدول (٤) للاشهر الثلاثة كانون الاول وكانون الثاني وشباط، هي على التوالي:-

$$(1)\quad Rs = 1 - \frac{6x321.5}{10(10^2 - 1)} = 0.9485$$

$$(2)\quad Rs = 1 - \frac{6x292.5}{10(10^2 - 1)} = -0.7727$$

$$(3)\quad Rs = 1 - \frac{6x324.0}{10(10^2 - 1)} = -0.9636$$

وهي علاقة عكسية قوية جداً – شبه تامة– بين المتغيرين x و y أي الموازنة المائية المناخية ودليل الانزعاج لشهري كانون الاول وشباط. أما معامل سبيرمان الخاص بشهر كانون الثاني (-0.7727) فهو يشير ايضاً الى وجود علاقة قوية نوعاً ما بين المتغيرين رغم انها اقل من الشهرين الآخرين. ولعل السبب الرئيسي في عدم وجود ارتباط قوي بين آلية الشعور بالانزعاج الشديد في المناطق التي تتصف بوفرة في الفائض المائي والعكس بالعكس في هذا الشهر تحديداً، يعود الى ان الواقع المناخي لبعض المحطات الواقعة في الجهة الغربية من القطر، وهما محطتي

---

* $Rs = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N^2 - 1)}$

حيث ان:

Rs = معامل سبيرمان

D = الفرق بين رتب القيم المتقابلة في y, x

N = عدد ازواج القيم (y, x) في البيانات

العنصرين في كل من المعادلتين معاً فمن البديهي توقع وجود علاقة مهمة وباتجاه معين بينهما. قياس قوة واتجاه هذه العلاقة هو هدف المبحث الحالي. يظهر الجدول رقم (٤) تحليل اضافي للبيانات التي تم الحصول عليها في الجدولين (2, 3)،

جدول رقم (4): العلاقة بين الموازنة المائية المناخية ودليل الانزعاج في منطقة الدراسة خلال اشهر الشتاء

المحطة	كانون الاول				كانون الثاني				شباط			
	الموزنة	X	الانزعاج	Y	الموزنة	X	الانزعاج	Y	D	D²	X	Y
السليمانية	93.5	1	8.2	10	114.0	1	6.1	10	9-	81	1	10
الموصل	29.1	2	8.7	9	40.3	2	7.2	9	7-	49	2	9
كركوك	13.6	3	11.1	7	28.0	3	9.8	5.5	2.5-	6.25	3	7
خانقين	9.6	4	11.2	5.5	15.6	4	9.8	5.5	1.5-	2.25	4	6
الرطبة	19.1-	5	9.7	8	14.5-	6	8.4	8	2-	4	5	8
الرمادي	35.6-	7	11.8	4	19.4-	7	9.6	7	0	0	6	7
بغداد	25.7-	6	11.2	5.5	14.2-	5	9.9	4	1	1	7	4
الشوافية	39.3-	8	12.6	3	28.8-	10	11.3	3	7	49	8	3
الناصرية	46.6-	9	13.4	2	27.9-	8	12.1	2	6	36	9	2
البصرة	47.6-	10	13.8	1	28.5-	9	12.5	1	8	64	10	1

المصدر: من عمل الباحثين استناداً الى الجدولين (2) و (3)

الاخيرة اعلى من الاولى بمقدار (٦٥,٦)ملم كمجموع في الاشهر الثلاثة، الا انه ولكون مجموع امطار الشتاء في محطة البصرة اعلى من الرمادي (٧٨,٩ و ٥٨,٣ ملم على التوالي)، فان الفارق بينهما في حساب الموازنة المائية (ذات العجز) قد انخفض من ٦٥,٦ الى ٤٥ ملم.

(٣) شذت حسابات دليل الانزعاج (DI) هي الاخرى في بعض الحالات عن التسلسل التنازلي المذكور اعلاه الخاصة بمعدلات درجات الحرارة. ففي الوقت الذي كان من المتوقع فيه تسجيل علاقة طردية تامة بينهما فأن ذلك لم يتحقق سوى في المحطات الثلاثة الاولى الابرد شتاءاً (نوع C-) –وهي السليمانية والموصل والرطبة، وفي المحطات الثلاثة الاخيرة ذات البرودة الاقل (نوع C*) –وهي الديوانية والناصرية والبصرة– بينما تبادلت المحطات المناخية لكركوك والرمادي وبغداد مواقعها خلال الاشهر الثلاث فيما يخص مستويات الانزعاج (حافظت محطة خانقين على موقع الوسط– الخامس– خلال اشهر الشتاء). وتعليل سبب عدم وجود حالة التناسق التام بين المعدلات الحرارية ومستويات الانزعاج الى تأثير الرطوبة النسبية وهي العنصر المناخي الثاني الداخل ضمن معادلة احتساب (DI). فحيثما ترتفع قيمة هذا العنصر –عند تقارب المعدلات الحرارية– تصبح النتيجة اكثر انزعاجاً، على اعتبار انها حالة تتفق مع الطبيعة الفسيولوجية لجسم الانسان يشعر من خلاله بتزايد درجات البرودة بسبب ارتفاع نسب الفقد الحراري من الجسم الى الجو المحيط به (رسول، ١٩٩٦، ص٦٤). فمثلاً لو تعادلت محطتان في معدل درجات الحرارة (ولنقل ٨م٠ لكل منهما)، وتباينتا في معدل الرطوبة النسبية (٥٠% للاولى و ٨٠% للثانية)، فان الثانية ستكون اعلى في مستوى الانزعاج (DI = ٨,٧ مقابل ٩,٧ للاولى).

(٤) كشفت الدراسة ايضاً عن وجود توافق بين تسجيلات بعض المحطات المناخية تلك التي تميل كفة الموازنة المائية المناخية فيها لصالح تسجيل فائض مائي موجب (Water surplus)، مع حسابات معادلة الراحة المناخية عندما تميل النتائج باتجاه تسجيل مستويات عالية من الانزعاج (Discomfort) شتاءاً. يقابلها بالاتجاه المعاكس توافق بين تسجيلات محطات اخرى ذات

الرمادي والرطبة، ذات الطبيعة الصحراوية والتطرف المناخي، وخاصة في شهر كانون الثاني حيث تنخفض فيهما درجات الحرارة بشكل ملحوظ مسببة شعور بالانزعاج وعدم الراحة بحيث يأتيان بالمرتبتين الثالثة والرابعة بعد محطتي السليمانية والموصل مباشرةً. هذا، مع العلم بأن المحطتين -وبسبب قلة الامطار المتساقطة فيهما- يتصفان ايضاً من جهة اخرى وعلى نقيض ما ذكر اعلاه بسوء حالة الموازنة المائية، حيث بلغ العجز المائي فيهما (-١٤,٥ لمحطة الرطبة و -١٩,٤ ملم لمحطة الرمادي)، وهي مستوى متأخر في المرتبتين السادسة والسابعة. كل ذلك ادى الى اختلال في شقي المعادلة الرئيسين، على عكس التناغم العكسي الذي صاحب هذه العلاقة في شهري كانون الاول وشباط.

٦. الخلاصة والاستنتاجات:

من اهم الاستنتاجات التي يمكن التوصل اليها من خلال هذا البحث مايلي:-

(١) فيما يخص ترتيب المحطات المناخية من ادنى قيم التبخر/النتح الممكن الى اعلاها، اظهر استخدام معادلة نجيب خروفة التسلسل التالي:-
السليمانية / الموصل / الرطبة/كركوك / خانقين/الرمادي بغداد / الديوانية/الناصرية / البصرة. وهذا السياق يتفق مع معدلات درجات الحرارة في المحطات فيما لو تم ترتيبها تنازلياً ايضاً. الا انه لايتفق تماماً مع واقع الموازنة المائية المحسوبة، خاصة مع تلك التي تعود الى محطتي الرطبة والرمادي اللذان سجلا عجزاً مائياً في الاشهر الثلاث بسبب قلة كميات الامطار المتساقطة.

(٢) ظهر ان لكمية الامطار دور مهم في تغير واقع الموازنة المائية في جميع المحطات قيد الدراسة، فتارة تعمل على رفع القيمة الموجبة لهذا المقياس في المحطات ذات التساقط الغزير والتبخر/النتح المنخفض شتاءاً (كمحطتي السليمانية والموصل)، وتارة اخرى تعمل على تقليل الفارق الرقمي بين المحطات. فلو اقتصر الامر على اخذ التبخر/النتح الممكن بنظر الاعتبار لوحده بين محطتي الرمادي والبصرة (على سبيل المثال)، لظهرت

بحيث جاءتا في المرتبتين السادسة والسابعة ضمن تسلسل المحطات العشرة، نجدهما من جانب آخر تحتلان المرتبتين الثالثة والرابعة -بعد محطتي السليمانية والموصل مباشرة- فيما يخص شدة الانزعاج، وذلك لانخفاض درجات الحرارة بشكل ملحوظ في هذا الشهر بسبب الطبيعة الصحراوية ذات التطرف الحراري التي تتصف بها المحطتان.

مستويات متدنية من الفائض، او حتى في وضع تسجيل عجز مائي (Water deficit) مع مستويات اقل انزعاجاً او اكثر راحة من الاقاليم السابقة شتاءاً. وجاء هذا الامر منسجماً مع فرضية البحث على اعتبار ان عنصر الحرارة، الذي يمثل حجر الاساس في كلا المقياسين، عندما يكون منخفضاً في بعض المحطات الباردة شتاءاً يقلل من تبخر الامطار المتساقطة فيرتفع بذلك الفائض المائي، وفي نفس الوقت يعمل على زيادة شعور الناس بالانزعاج. وبالعكس عندما يكون في بعض المحطات الاخرى اقل انخفاضاً فان فرص التبخر/ النتح يكون اكبر فيقل الفائض المائي او حتى يحتمل ظهور عجز مائي، ولكن تتميز بالمقابل بمستويات اقل من الانزعاج.

وكمثال على الحالتين المذكورتين اعلاه، ظهرت محطة السليمانية في اشهر الشتاء الثلاث كانون الاول وكانون الثاني وشباط باعلى قيم للفائض المائي مقارنة بجميع المحطات قيد الدراسة (٩٣,٥، ١١٤,٠، ٧٢,٧ ملم على التوالي)، وفي الوقت نفسه سجلت المحطة في هذه الاشهر اعلى درجات عدم الراحة، فكانت قيم دليل الانزعاج (DI) ٨,٢ و ٦,١ و ٧,٦ على التوالي (وكلها من نوع C-). وعلى العكس من هذه الحالة تماماً، سجلت محطة البصرة وفي نفس الاشهر تباعاً عجزاً مائياً بلغ -٤٧,٦، -٢٨,٥، -٦٣,٤، ومستويات من دليل الانزعاج تعتبر هي الافضل من بين جميع المحطات المدروسة: ١٣,٨، ١٢,٥، ١٤,٤ (C*، C*، C على التوالي).

(٥) لزيادة التأكد من جدوى العلاقة بين مقياسي الموازنة ودليل الانزعاج احصائياً، تم اعتماد معامل ارتباط الرتب لسبيرمان (Rs)، فظهرت نتائج شهري كانون الاول وشباط علاقة عكسية شبه تامة (-٠,٩٤٨٥، -٠,٩٦٣٦ على التوالي). اما معامل شهر شباط (- ٠,٧٧٢٧) فكان هو الآخر قوياً نوعاً ما رغم التناقص الواضح عن الشهرين السابقين بسبب حالة من الاختلال وعدم التوافق الذي رصد في محطتي الرطبة والرمادي بسبب طبيعة وقراءة المقياسين المعتمدين في الدراسة. ففي الوقت الذي سجلت فيها المحطتان عجزاً مائياً بسبب قلة الامطار (بلغ -١٤,٥ ملم لمحطة الرطبة، و - ١٩,٤ ملم لمحطة الرمادي)،

ماجستير (غير منشورة)، مركز التخطيط الحضري والاقليمي، ١٩٩٦.

١١- شبيجل، موراي، ر.، نظريات ومسائل في الاحصاء، ترجمة د. شعبان عبد الحميد شعبان، دار ماكجروهيل للنشر، لندن، ١٩٧٨.

١٢ شحاذة، نعمان، فصلية الامطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، ١٩٨٦.

١٣- شرف، عبد العزيز طريح، البيئة وصحة الانسان في الجغرافيا الطبية، دار الجامعات المصرية، الاسكندرية، ١٩٨٦.

١٤- شلش، علي حسين، اقتصاديات المياه العذبة، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، ١٩٦٨.

١٥- صفر، محمود عزو، المناخ والحياة، مطبعة الوطني، الكويت، ١٩٨٤.

١٦- الطيف، نبيل ابراهيم وعصام خضير الحديثي، الري اساسياته وتطبيقاته، جامعة الموصل، الموصل، ١٩٨٨.

١٧- العلوي، ايمان طارق، تأثير الطقس والمناخ في العراق على الجسم البشري وعلاقة ذلك ببعض الامراض، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، ١٩٨٠.

١٨- علي، عبد الله حيدر سالم، خصائص مناخ اليمن السياحي، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠٠٣.

١٩- العمر، مضر خليل، الاحصاء الجغرافي، مطابع التعليم العالي، بغداد، ١٩٨٩.

٢٠- الفايد، يوسف عبد المجيد، جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٧١.

٢١- القصاب، نافع ناصر، اقاليم الزراعة المطرية لمحصولي الحنطة والشعير في العراق في ظل المعايير المناخية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد السادس عشر، ١٩٨٥.

٢٢- كاشف الغطاء، باقر، علم المياه وتطبيقاته، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، بغداد، ١٩٨٢.

المصـــــــادر:-

١- ابو رحيل، عبد الحسن مدفون، اثر المناخ في تخطيط المناطق العمرانية وتصميم الوحدة السكنية في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، ١٩٩٥.

٢- الاموي، فليح حسن كاظم، اثر المناخ في انتاجية محاصيل الخضروات في محافظة ديالى، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة بغداد، ١٩٩٧.

٣- بليغ، عبد المنعم، الماء ودوره في التنمية، دار المطبوعات الجديدة، الاسكندرية، ١٩٨٦.

٤- بهجت، عبد الستار بهجت، معالجة تخطيطية لترشيد استهلاك الطاقة في النسيج الحضري، رسالة ماجستير (غير منشورة)، مركز التخطيط الحضري والاقليمي، جامعة بغداد، ١٩٩١.

٥- الجبوري، رجاء خنين، الموازنة المائية الناحية للمنطقة المتموجة في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، ٢٠٠٢.

٦- حنتوش، طاهر حسن، المقارنة بين توزيع المعدلات الشهرية للتبخر المقاس وقيم التبخر/النتح الكامن بواسطة معادلة بنمان المحورة لمناطق مختلفة من القطر، بحث مقدم الى هيئة الانواء الجوية العراقية، ١٩٩٣.

٧- خروسوف، س. ب، الطقس والمناخ والارصاد الجوي، ترجمة فاضل باقر الحسني ومهدي الصحاف، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٧٧.

٨- الدليمي، مهدي محمد فرحان، اثر المناخ على صحة وراحة الانسان في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة بغداد، ١٩٩٠.

٩- الراوي، عادل سعيد وقصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٩٠.

١٠- رسول، هوشيار قادر، الاسلوب الامثل -مناخيا- لتخطيط وتصميم المناطق السكنية في الاقليم الجبلي. منطقة الدراسة: السليمانية، رسالة

Bare Soil and Grass, Proceeding of the Royal Society, Ser. A. 193, 1948.

36- Smith, K., Principles of Applied Climatology, McGraw-Hill Book Co. Limited, London, 1975.

37- Wolf, A.., Heat Balance of Man in Reaction to Health, The Climate and Human Health Magazine, W.H.O., Vol. 1, No.1, 1987.

٢٣- موسى، علي حسن، موسوعة الطقس والمناخ، نور للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق، ٢٠٠٦.

٢٤- النعيمي، سعد الله نجم عبد الله، علاقة التربة بالماء والنبات، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٩٠.

٢٥- الهيئة العامة للمساحة-بغداد، خارطة العراق، ١٩٨٥.

26- وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة لانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

٢٧- وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، أطلس مناخ العراق، ٢٠٠٠.

٢٨- الياسري، اوراس غني عبد الحسين، اقاليم الراحة المناخية دراسة تطبيقية على محافظة نينوى، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، ٢٠٠٣.

29- Evans, M., Housing Climate and Comfort, The Architectural Press, London, 1980.

30- Griffiths, J., Applied Climatology, An Introduction, 2nd, Edition, Oxford University Press, 1976.

31- Houghten, F.C.; Yaglou, C.P., Determining Lines of Equal Comfort, American Society of Heating, Ventilating Engineers, 29, No. 55, 1923.

32- Lutgens, Frederick K.; and Tarbuck Edward J., The Atmosphere an Introduction to Meteorology, Prentic Hall, Inc. Englewood Cliffes, New Jersey, 1979.

33- Mather, John, R., Climatology: Fundamentals and Applications, McGraw-Hill Book Co., New York, 1974.

34- Oliver, John, E., Climatology: Selected Applications, Edward Arnold Ltd., 1981.

35- Penman, H.L., Natural Evaporation From Open Water,

Several methods of analysis have been adopted. Some of them deal with the factors that the equations consist of, while others concentrate on the features of the equations themselves – i.e., one with the decreasing value from the north to the south of the country (climatic water balance), and the other with the increasing value from the north to the south (discomfort index).

---

* Department of Geography, College of Education for Women, University of Baghdad