سرعة الرياح وأثرها في تباين قيم التبخُّر الفصليّ في محطات: (السليمانية – خانقين – بغداد – البصرة) باعتماد معادلة بنمان

م. د. ازهار سلمان هادي

جامعة ديالى/ وحدة الابحاث المكانية

الملخص:

تُعدُّ سرعة الرياح أحد العناصر المناخية المؤثرة على كمية التبخر–النتح ، ولا تقل اهميتها في التأثير على قيم التبخر– النتح عن العناصر الاخرى، وعلى الرغم من المعرفة بدور الرياح كعامل مؤثر في قيم التبخر. من **هنا جاء هدف البحث:** التعرف على مقدار التأثير الذي تلعبه سرعة الرياح في تباين قيم التبخر المكاني والزماني للمحطات المدروسة. و**شملت الدراسة محطات (السليمانية، خانقين، بغداد، والبصرة) وللمدة من ١٩٨٠/٢٠١٠ . واعُتمد على تحليل الانحدار البسيط** لتحقيق هدف البحث.

واظهرت النتائج ان للرياح دور مؤثر في حدوث التباينات في قيم التبخر لا تقل اهميتها عن درجات الحرارة والرطوبة النسبية، إذ تبين أنَّ الزيادة في معدلات سرعة الرياح اثر في رفع قيم التبخر وان قوة هذه العلاقة تزداد صيفاً، إذ ارتفعت نسبة تأثير الرياح في تباين قيم التبخر النتح الممكن فتراوحت بين (٩٤%– ٧٣%) للمحطات المدروسة، بينما كانت قيم التبخر اقل تأثراً بسرعة الرياح في فصل الربيع ولجميع المحطات إذ تراوحت نسبة التأثير بين(٠.٠٤%–٧٠%). اما التباينات المكانية فتبين ان قوة التأُثر بسرعة لرياح يزداد بالاتجاه من الجنوب الى الشمال، إذ سجلت محطة البصرة اقل نسبة تأثير وفي جميع الفصول تراوحت بين(٠.٠٤%– ٧٩%)، بينما سجلت خانقين اعلى النسب إذ تراوحت بين (٦٩%–٩٣%).

المقدمة:

التبخر هو عملية تحول الماء من حالة السيولة الى الحالة الغازية(بخار ماء) عندما يكون الهواء غير مشبعاً ببخار الماء. يوجد نوعان من التبخر هي التبخر النتح الحقيقي وهو كمية المياه المفقودة بالتبخر والنتح فعلياً وتعتمد على رطوبة التربة وتوفر الماء فالتبخر الفعلي من التربة الرطبة اكثر من التبخر من التربة الاقل رطوبة وفي ظروف جوية متشابهة ، اما التبخر النتح الكامن هو مقدار ما يفقد من الماء من سطح الارض المغطى كاملاً بالنبات(اعشاب قصيرة) تنمو بنشاط ولا تعاني من عجز مائي وهو يمثل الحد الاقصى الممكن من التبخر تحت الظروف الجوية السائدة. وعندما تبدأ التربة بالجفاف يقل التبخر الحقيقي بينما يبقى التبخر الكامن كما هو تحت نفس الظروف، لذلك فإنَّ قيمة التبخر الحقيقي لا تتجاوز قيمة التبخر الكامن. وللتبخر الكامن اهمية

في الزراعة، فمنه يمكن معرفة كمية المياه المتوفرة للزراعة وتحديد كمية مياه الري المطلوبة إذا كانت كمية الامطار غير كافة لنمو المحاصيل الزراعية[١]

يتغير معدل التبخر من مكان لأخر ومن وقت لأخر، وذلك لتباين الظروف المؤثرة فيه اذ ان هناك العديد من العوامل التي تعمل على ذلك منها معدل درجة الحرارة والرطوبة النسبية والاشعاع الشمسي وسرعة الرياح اضافة الى نسبة الاملاح في المياه وغيرها من العوامل الاخرى. من المعروف ان العوامل المؤثرة على كمية التبخر تتباين في قوة تأثيرها، وبما ان اغلب معادلات حساب التبخر–النتح الممكن اعتمدت اغلبها على معدل درجة الحرارة وكمية الرطوبة والاشعاع الشمسي فكان من البديهي ربط التغيرات في قيم التبخر بهذه العناصر، وبالرغم من المعرفة بالدور الذي تأخذه سرعة كأحد العوامل المؤثرة على التبخر الا انها لم تدرس ولم تحدد درجة هذا التأثير احصائياً، ومن ذلك جاء هذا البحث لمعرفة مدى تأثير الرياح في قيم التبخر النتح ولا سيما بعدما سهلت التطورات التقنية الاعتماد على معادلات ادخلت جمع العناصر المناخية المؤثرة على التبخر في حسابها.

هدف البحث:

ما مقدار تأثير سرعة الرياح في تباين قيم التبخر–نتح الكامن المكاني والفصلي في المحطات المناخية المشمولة بالدراسة .

مشكلة البحث:

هل لتباين سرعة الرياح بين فصل واخر ومكان واخر اثر في تباين قيم التبخر ؟ وهل يمكن تقدير هذه العلاقة احصائياً ؟

فرضية البحث:

تتباين سرعة الرياح من مكان لأخر كما وانها تتباين من فصل لأخر، ولكونها احد العوامل المؤثرة في عملية التبخر، فان هذا تباين اثر في تباين قيم التبخر المكاني والفصلي، وله قيمة احصائية لا يمكن تجاهلها.

حدود منطقة الدراسة:

تتمثل الحدود المكانية للبحث بالمحطات المناخية السليمانية خانقين بغداد البصرة والسبب في هذه الاختيار لكونها تمثل مناطق متباينة من العراق. اما الحدود الزمانية للبحث فتتمثل بالمدة من ١٩٨٠-٢٠١٠.

اسلوب البحث:

اتبع الاسلوب الاحصائي في تحليل العلاقة بين المتغيرات المدروسة وكان تحليل الانحدار الخطي البسيط هو المتبع في تحديد درجة العلاقة.

جدول(١) المحطات المناخية المشمولة بالدراسة

ت	اسم المحطة	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع عن مستوى سطح البحر
١	السليمانية	٤٥.٢٧	٣٥.٣٢	٨٤٣
٢	خانقين	٤٥.٢٣	٣٤.٢١	١٧٥
٣	بغداد	٤٤.٢٤	٣٣.١٨	٣١
٤	البصرة	٤٧.٤٧	٣٠.٣١	٢

المصدر/ الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ.

الرياح كعامل مؤثر في كمية التبخر:

سرعة الرياح احد العناصر المناخية المؤثرة في كمية التبخر النتح الكامن، إذ انها تعمل على ازاحة الطبقة الهوائية المشبعة ببخار الماء وتحل محلها هواء اكثر جفافاً مما يساعد على استمرار التبخر. وبذلك كلما زادت سرعة الرياح تسارعت عملية ازاحة الهواء الرطب مما يسرع من عملية التبخر.[٢] وقد حاولت بعض الدراسات في حساب مدى قوة هذا التأثير احصائياً، ففي احد الدراسات التي حاولت ايجاد العلاقة بين العوامل المؤثرة على التبخر والتي اظهر وجود علاقة قوية ومباشرة بين كمية التبخر والاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وكمية الرطوبة وكانت اقل قوة ارتباط مع سرعة الرياح، بالرغم من ذلك بينت الدراسة ان انخفاض سرعة الرياح سوف يقلل من التأثير المباشر للإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية على قيم التبخر[٣].

وفي بحث اخر حاول دراسة التبخر النتح الكامن وتأثره بالرياح، إذ اعتمد البحث على معادلة (VAN Bavel) المعدلة من معادلة بنمان، واخذت بيانات ليومين اختلفت فيهما سرعة الرياح في منطقة في ولاية منهاتن في الولايات المتحدة الامريكية، وقد توصل البحث انه في اليوم الذي بلغت

سرعة الرياح ٠.٨٨م/ثا بلغت نسبة مساهمة الرياح في قيم التبخر بمقدر الثلث فقط اذ كان تأثير الاشعاع الشمسي هو المؤثر على قيم التبخر النتح، بينما في اليوم الثاني عندما ارتفعت سرعة الرياح الى ٢.٢٦م/ثا زادت نسبة تأثيرها على كمية التبخر النتح بمقدار ١٣ % اكثر من الاشعاع الشمسي، وبين البحث ان نفس اسلوب الدراسة اعتمد في غرب اوربا وهي منطقة مماثلة في خصائصها لمنهاتن، وباعتماد معادلة بنمان تبين ان الرياح تؤثر على قيم التبخر بنسب اعلى مما توصلت اليه هذه الدراسة(٤)

طريقة بنمان مونتث في حساب قيم التبخر– النتح الكامن:

لكون حساب التبخر باستخدام اجهزة قياس التبخر ليست دقيقة اضافة الى انها تهمل النتح من النبات لذا عمد عدد من الباحثين الى ايجاد معادلات رياضية يمكن من خلالها لحساب التبخر النتح، وظهر العديد من المعادلات اعتمدت في حساب التبخر النتح على بعض العناصر المناخية، فبعضها اعتمد على درجة الحرارة فقط مثل معادلة(خوسسلا وثورنثويت) والعض الاخر اعتمد على عنصري درجات الحرارة والرطوبة مثل (ايفانوف) واخرى اعتمد على درجات الحرارة ومعدلات السطوع الشمسي مثل (بيلني–كرديل وخروفة المعدلة عن بيلني كرديل). وقد اعُتمدت هذه المعادلات في حساب قيم التبخر النتح الكامن في العراق وذلك لسهولة تطبيقها ولتوفر البيانات المناخية المطلوبة في المعادلة. وبالرغم من كون هناك معادلة اخرى مهمة في حساب التبخر النتح الكامن الا وهي بنمان الا انها اهملت من قبل الباحثين لصعوبة تطبيقها لكونها تتطلب متغيرات مناخية غير متوفرة في المحطات المناخية، الا انه في السنوات الاخيرة زاد الاعتماد على هذه المعالة بعد ان طورت منظمة الفاو للاغذية(FAO Panman Montaith) هذه المعادلة كما موضح(٥):

$$ET0 = \frac{\left[0.408\nabla(Rn - G) + r\left\{\left(\frac{900}{T273}\right)u2(es - ea)\right\}\right]}{\Delta + r(1 + 0.34u2)}$$

حيث ان

التبخر النتح ملم/يوم $=ET_0$

صافي الاشعاع عند سطح مغطى بالنبات(ميكا حول/م^2/يوم $=R_n$

تدفق حرارة التربة (ميكا جول/م^2/يوم $=G$

النقص في ضغط بخار الماء (كيلو باسكال) = $e_s - e_n$

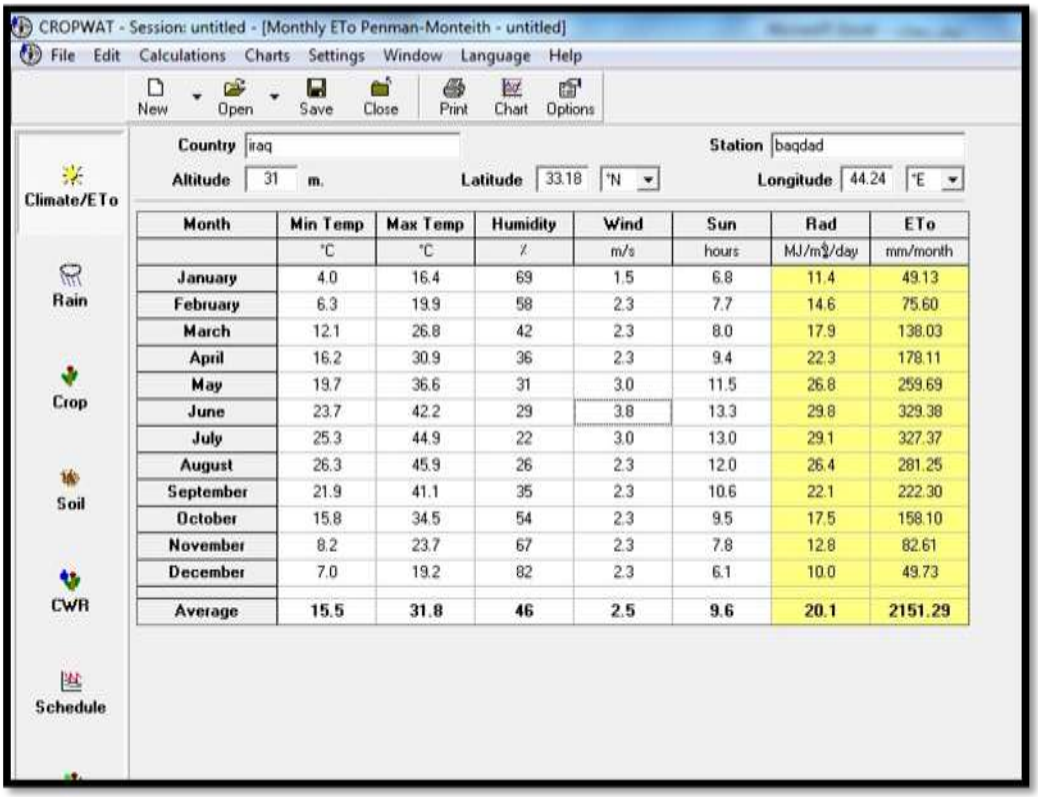
انحدار منحنى ضغط بخار الماء(كيلو باسكال/م°) =Δ

ثابت الرطوبة (كيلو باسكال/م° =r

عامل تحويل=٩٠٠

واستفيد من التطور لتقني إذ أعدت المنظمة برنامج حاسوبي خاص بهذه المعادلة وهو(Crop Water)، إذ لا يتطلب هذا البرنامج لحساب المعادلة سوى توفير العناصر المناخية (الحرارة ، الرطوبة النسبية ، سرعة الرياح على ارتفاع ٢م* ، وساعات السطوع) اضافة الى تحديد الموقع الجغرافي للمحطة وارتفاعها عن سطح البحر كما موضح في الشكل(١) ، فاصبح من السهولة اعتماد المعادلة ولا سيما ما تمتاز به من كونها ملائمة لجميع المناطق الرطبة والجافة على حدٍ سواء على عكس المعادلات الاخرى التي لا تلائم جميع المناخات.

شكل(١) واجهة برنامج CRPWAT8.0



Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m²/day	mm/month
January	4.0	16.4	69	1.5	6.8	11.4	49.13
February	6.3	19.9	58	2.3	7.7	14.6	75.60
March	12.1	26.8	42	2.3	8.0	17.9	138.03
April	16.2	30.9	36	2.3	9.4	22.3	178.11
May	19.7	36.6	31	3.0	11.5	26.8	259.69
June	23.7	42.2	29	3.8	13.3	29.8	329.38
July	25.3	44.9	22	3.0	13.0	29.1	327.37
August	26.3	45.9	26	2.3	12.0	26.4	281.25
September	21.9	41.1	35	2.3	10.6	22.1	222.30
October	15.8	34.5	54	2.3	9.5	17.5	158.10
November	8.2	23.7	67	2.3	7.8	12.8	82.61
December	7.0	19.2	82	2.3	6.1	10.0	49.73
Average	15.5	31.8	46	2.5	9.6	20.1	2151.29

المصدر/ منظمة الفاو للأغذية والزراعة العالمية

التباين المكاني والزماني لسرعة الرياح في المحطات:

يمتاز العراق بأنه لا يُعد من المناطق التي تكون رياحها ذات سرعة عالية، إذ يتصف بسرعة منخفضة على مدار السنة نظراً لوقوعه في الحزام شبه المداري الواقع تحت تأثيرات منظومات الضغط العالي شتاءاً والمنخفض الحراري صيفاً وهاتين المنظومتين لا تساعدان على هبوب رياح نشطة او قوية باستثناء الحالات الجوية التي تحدث فيها اضطرابات في المنظومات الضغطية وبالأخص المنظومة القطبية ومنظومة البحر المتوسط التي تؤثر في فصلي الشتاء والربيع والتي تصاحبها عادة رياح عالية السرعة كذلك حالات الرياح النشطة التي تصاحب الاخاديد الضغطية التي تنشأ في جميع فصول السنة ولا سيما في فصل الربيع الذي تصل فيه سرعة الرياح المديات الاعصارية.[٦]

جدول(٢) المعدلات السنوية الفصلية لسرعة الرياح في محطات منطقة الدراسة للمدة

السنوات	السليمانية				خانقين				بغداد				البصرة			
	خريف	شتاء	ربيع	صيف	خريف	شتاء	ربيع	صيف	خريف	شتاء	ربيع	صيف	خريف	شتاء	ربيع	صيف
1981-1980	1.3	0.8	1.3	3.4	1	1	1.5	1.5	2.4	2	2.3	2.5	2.2	2.3	2.8	3.1
1981	1.4	0.9	1.6	1.9	1.9	1.4	1.8	1.9	1.6	2.2	2.4	3	1.7	2	2.5	3.3
1982	1.5	1.5	1.3	1.3	1.9	1.7	1.9	2.5	1.7	2	2.5	3.3	1.6	2	2.2	3.4
1983	1.6	1.5	1.4	1.6	1.8	2.2	2.7	2.7	2.4	1.7	2.2	2.7	2.2	2.2	2.5	3.9
1984	1	1.3	1.6	2	1.8	2.7	2.3	2.3	1.2	1.4	1.7	2.4	2.1	2.3	2.5	3.3
1985	2.2	1.8	1.5	1.5	2	2.1	3	2.1	1.3	1.5	2	2.8	1.9	1.7	2.2	2.9
1986	1.3	1	1.6	1.7	1.8	1.8	2	1.5	2.1	2.3	2.6	2.8	1.9	2.3	3.3	4
1987	1.4	1.1	1.3	2.2	1.5	1.4	1	0.8	2.3	2.5	2.7	2.8	2.9	2.5	3.3	3.4
1988	0.9	1.1	1.1	1.2	0.6	1.9	3	2.8	2.4	2	2.6	2.9	2.3	2.2	3.1	4.1
1989	1.1	1	1.8	1.7	2.9	1.8	2.4	1.8	2.3	2.1	2.6	3.3	2.4	2.1	3.3	4.3
1990	0.6	0.9	1.1	1.1	1.6	1.6	2.8	0.9	2.2	1.5	2.4	3.2	2.7	2.3	3.4	4.3
1991	0.9	1.8	2.6	3.6	1.2	1.6	1.9	2.2	2	2.5	2.7	3.1	2.7	2.7	3	4.2
1992	0.9	1.1	0.9	1.6	1.4	1.2	1.9	1.7	1.7	2.1	2.6	2.7	1.9	2.5	3.1	3.8
1993	0.8	0.4	1.1	1.7	1.3	1.2	1.8	1.6	1.9	1.9	2.6	3.2	2.2	2.4	2.9	4.1
1994	1.4	1.1	1.3	1.2	1.3	1.2	2	1.7	1.9	2.1	2.6	3	2.4	2.5	3	3.2
1995	1.2	1.3	1.5	1.5	1.2	1	1.9	1.8	2	1.5	2.2	2.2	2.4	2.5	3	3.4
1996	0.8	0.7	1.1	1.2	1.6	1.5	1.7	1.6	1.6	1.8	2.2	3.3	2.6	2.3	2.8	4.6
1997	0.9	0.8	0.9	1.7	1.3	1.2	1.4	1.2	2.2	2	2.2	2.2	2.3	2.4	2.9	3.3
1998	1	0.7	1.6	2.1	1.2	0.9	1.1	1	1.7	1.8	2.7	2.9	2.4	2.1	2.4	2.9
1999	2.1	0.5	0.8	1.9	0.8	0.9	1.4	1.1	1.9	1.9	2.4	2.6	2.4	2.5	3	3.3
2000	1.2	0.9	1.1	1.8	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	1.9	2.5	3	2.4	2.6	3.4	3.8
2001	1.4	0.8	1.9	1.5	1.1	1.1	1.1	0.9	2.3	2.1	2.5	3	2.9	2.6	3.2	3.8
2002	1.2	0.8	1.7	1.3	0.7	1	1.4	1.3	2.2	1.4	2.5	3	2.5	1.9	3.6	4.3
2004	2	1.4	1.4	0.8	1	0.8	1	2.8	2.2	1.5	2.5	3.1	3	3.3	3.6	4.6
2005	1.8	0.6	0.8	1.4	0.6	0.7	0.8	0.5	2.3	2	2.5	2.9	3.5	2.8	3.7	4.6
2006	2.4	2	0.9	1.4	0.6	0.3	0.4	0.5	1.9	1.6	2.2	2.7	3.2	2.7	3.3	4.3
2007	0.8	0.8	0.8	1.4	0.5	0.7	0.5	2	2.1	2	2.5	3.2	2.8	3.5	3.6	4.1
2008	1	0.9	1.1	1.2	0.4	0.3	0.5	0.4	2.4	2.5	2.8	3.1	3	3.3	3.3	4.5
2010-2009	0.7	0.5	1	1.3	0.4	0.4	0.5	0.7	2.3	2.4	2.4	2.3	2.8	2.8	3.5	3.8
المعدل السنوي	1.3	1.0	1.3	1.7	1.2	1.3	1.6	1.6	2.0	1.9	2.4	2.9	٢.٥	٢.٥	٣.٠	٣.٨

المصدر/ بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ. واقليم كوردستان، وزارة الزراعة، قسم المناخ.

وبالرغم من انخفاض سرعة الرياح في العراق الا ان هناك تبايناً مكانيا وزمانيا في سرعة الرياح فمن حيث التباين المكاني يلاحظ من الجدول(٢) ان محطة البصرة سجلت اعلى سرعة للمعدل الفصلي للرياح وفي جميع الفصول إذ تراوحت بين(٢.٥-٣.٨)م/ثا، تلتها محطة بغداد بمعدل سرعة بين(١.٩-٢.٢)م/ثا، وانخفضت سرعة الرياح في محطتي السليمانية وخانقين إذ تراوح المعدل الفصلي فيهما بين(١.٠-١.٧)م/ثا. وبذلك يتضح ان سرعة الرياح تمتاز بارتفاع سرعتها كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب، وذلك تماشيا مع انبساط سطح الارض وقلة العوارض الجبلية التي تعد عائقا امام سرعة الرياح وحركتها، اضافة الى انحدار الرياح في حركتها من مناطق الضغط العالي فوق تركيا الى مناطق الضغط الواطئ على الخليج العربي.(٧) ولذا يُلاحظ ان محطتي السليمانية وخانقين سجلتا معدلات متدنية في سرعة الرياح الفصلية وذلك لطبيعة المنطقة الجبلية وتضرسها الذي يعد احد العوامل المؤثرة في سرعة الرياح، اضافة الى قربهما من مناطق الضغط العالي فوق تركيا، على عكس محطتي بغداد والبصرة اللتين تمتازا بانبساط السطح فيهما اضافة الى قربهما من امتدادات المنخفض الهندي الموسمي على الخليج العربي.

كما يُلاحظ ان هناك تباينات فصلية في معدلات سرعة الرياح إذ ان فصل الصيف سجل اعلى المعدلات ولجميع المحطات إذ تراوح معدل الفصل بين(١.٦-٣.٨)م/ثا في محطتي خانقين والبصرة على التوالي وذلك يعود الى عملية التسخين وزيادة ر منحدر الضغط باتجاه منخفض الهندي الموسمي.

نتائج قيم التبخر- النتح الكامن للمحطات المدروسة :

يوضح الجدول(٣) قيم التبخر-النتح المستخرجة باعتماد معادلة (FAO Panman-Mantaith)، إذ يتبين ان التذبذب في قيم التبخر بين سنة واخرى خلال الفصل الواحد، وهذا طبيعي لكون التذبذب هو السمة الغالبة في عناصر المناخ جميعها.

عند تتبع المعدلات السنوية الفصلية لهذه القيم خلال مدة الدراسة يتبين وكما هو معروف ان التباينات المكانية لقيم التبخر تأخذ بالارتفاع كلما اتجهنا مع الشمال الى الجنوب فمحطة السليمانية سجلت اقل المعدلات وفي جميع الفصول، بينما محطة البصرة سجلت اعلى المعدلات وفي جميع الفصول، وهذا يتفق مع التباينات المكانية لدرجات الحرارة وسرعة الرياح والاشعاع الشمسي التي تأخذ بالارتفاع مع هذا الاتجاه وانخفاض الرطوبة النسبية التي يزيد انخفاض قيمها في الاتجاه نفسه.

اما التباينات الفصلية فيلاحظ ان فصل الصيف سجل اعلى قيم للتبخر في جميع المحطات وذلك لكون الفصل يمتاز بارتفاع درجات الحرارة وقلة الرطوبة النسبية وزيادة في سرعة الرياح وساعات السطوع الشمسي.

جدول(٣) قيم التبخر- النتح الكامن الفصلي للمحطات المدروسة للمدة ١٩٨٠-٢٠١٠

السنوات	السليمانية				خانقين				بغداد				البصرة			
	خريف	شتاء	ربيع	صيف	خريف	شتاء	ربيع	صيف	خريف	شتاء	ربيع	صيف	خريف	شتاء	ربيع	صيف
1981-1980	327.1	102.9	312.9	848.4	325.3	124.4	374.3	674.7	466.4	169.9	496.4	840.3	499.8	208.4	585.2	914.7
1981	354.8	92.6	326.6	673.7	422.8	126.6	398.9	740.9	413.3	158.9	482.0	900.4	451.9	181.4	503.8	954.7
1982	305.4	104.6	323.4	601.3	390.7	130.4	414.7	825.0	396.9	131.6	512.4	949.5	406.8	194.2	503.1	939.8
1983	357.0	142.0	336.9	649.9	427.3	170.8	441.5	825.9	489.0	172.3	506.5	833.0	497.4	243.4	578.5	1023.8
1984	286.8	109.9	339.8	704.5	419.5	162.6	436.2	773.7	353.2	156.0	446.0	835.9	484.4	223.6	562.7	967.9
1985	411.3	127.4	338.2	636.4	424.0	151.8	483.1	767.4	382.8	164.1	471.2	887.3	485.3	193.3	526.6	918.5
1986	325.5	130.1	398.9	687.2	394.6	143.1	422.3	670.8	453.7	206.2	547.0	882.4	465.9	232.1	630.1	1081.1
1987	360.1	109.1	325.2	732.8	362.8	125.8	336.0	568.8	463.9	183.7	519.1	879.8	566.4	231.7	632.1	994.2
1988	297.8	100.1	345.5	610.4	286.2	157.8	546.9	898.9	471.4	161.0	564.6	902.3	534.8	207.3	617.2	1117.5
1989	315.3	97.4	355.7	664.1	529.7	133.9	508.1	741.1	466.3	165.1	548.6	947.5	535.2	208.2	685.3	1174.8
1990	268.6	94.9	278.9	579.7	424.9	158.9	439.7	582.0	479.1	148.4	490.6	883.2	616.1	217.7	640.9	1106.6
1991	268.1	109.2	290.7	871.1	360.1	122.3	398.2	772.3	422.7	162.4	471.3	869.5	561.1	231.4	575.3	1084.2
1992	280.2	108.8	293.8	650.3	380.9	126.5	415.6	727.9	399.9	155.7	483.0	859.8	486.1	196.7	574.1	1083.1
1993	275.0	91.3	335.5	665.4	364.2	130.3	453.9	697.0	444.6	174.5	565.1	905.2	524.9	270.7	643.7	1128.2
1994	351.0	110.8	335.7	579.8	358.2	120.5	446.1	715.5	399.8	169.1	528.4	904.7	499.6	212.1	603.6	966.8
1995	335.6	122.9	338.2	639.0	365.6	130.7	442.3	740.4	432.5	146.2	491.3	812.8	554.6	200.7	601.5	1056.1
1996	289.6	103.7	303.8	597.0	409.2	149.3	414.9	704.3	413.1	176.2	494.7	934.2	587.0	256.0	564.1	1182.8
1997	293.1	97.4	305.9	694.2	362.3	121.2	373.6	662.7	428.7	160.3	493.6	832.7	525.7	210.7	615.2	1026.4
1998	320.2	117.6	385.4	737.7	376.7	140.9	403.6	607.8	427.4	191.5	592.0	898.6	596.8	238.5	594.9	975.7
1999	375.8	98.9	325.6	696.9	316.3	128.8	422.9	606.2	444.0	169.0	543.6	858.0	561.0	179.9	477.8	1017.3
2000	309.7	112.6	350.2	693.4	306.3	123.3	413.2	696.8	415.9	168.6	575.8	938.0	794.5	243.8	732.0	1113.0
2001	341.7	103.3	360.8	641.4	367.0	129.5	371.3	593.7	463.0	179.5	537.3	927.8	630.3	197.0	441.6	1029.1
2002	315.0	93.8	346.4	614.8	328.2	110.8	419.7	659.1	482.9	162.0	538.8	930.1	875.4	272.5	678.2	1158.3
2004	384.5	112.7	327.9	523.3	320.4	114.0	362.4	772.8	479.6	160.3	527.9	896.5	609.4	238.0	482.0	1108.4
2005	378.1	99.3	317.5	624.2	284.1	118.5	445.1	498.0	462.2	196.9	529.8	901.0	902.5	270.7	477.6	1180.7
2006	403.7	154.6	296.8	592.8	283.6	103.4	307.7	480.0	428.6	156.5	509.8	892.5	826.7	284.6	628.3	1141.7
2007	308.4	96.1	337.9	608.4	283.7	114.5	333.1	693.9	515.9	193.4	588.2	924.1	571.0	247.4	497.6	1092.0
2008	283.3	119.3	295.6	554.6	271.1	106.8	297.6	469.4	463.6	233.9	544.2	899.4	805.2	263.1	472.5	1084.8
2010-2009	266.7	96.9	292.6	598.5	278.5	117.6	294.8	522.4	466.8	216.4	534.9	832.8	885.3	291.7	726.0	1102.9
المعدل السنوي	**323.8**	**109.0**	**328.4**	**654.2**	**359.5**	**130.9**	**407.5**	**678.9**	**442.3**	**172.1**	**521.9**	**888.3**	**598.0**	**229.2**	**581.1**	**1059.5**

المصدر/ بالاعتماد برنامج (CROPWAT8.0) معادلة بنمان المنظمة العالمية للزراعة والاغذية (FAO)

تحليل الانحدار الخطي البسيط بين سرعة الرياح وكمية التبخر

تحليل الانحدار هو اداة احصائية تقوم ببناء نموذج احصائي وذلك لتقدير العلاقة بين متغير كمي واحد وهو المتغير التابع ومتغير كمي اخر او عدة متغيرات كمية وهي المتغيرات المستقلة. بحيث ينتج معادلة احصائية توضح العلاقة بين المتغيرات. ويمكن استخدام هذه المعادلة في معرفة نوع العلاقة بين المتغيرات وتقدير المتغير التابع باستخدام المتغيرات الاخرى. وعندما تكون العلاقة في النموذج الاحصائي بين متغير تابع واحد ومتغير مستقل واحد فان هذا النموذج هو ابسط نماذج الانحدار ويسمى نموذج الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression). وهو نموذج احصائي يقوم بتقدير العلاقة التي تربط بين متغير كمي واحد وهو المتغير التابع ومتغير كمي اخر وهو المتغير المستقل. وينتج عن هذا النموذج معادلة احصائية خطية يمكن استخدامها لتقدير العلاقة بين المتغيرين او تقدير قيمة المتغير التابع عند معرفة قيمة المتغير المستقل. وتصاغ العلاقة الاحصائية بالمعادلة التالية[٨]:

$$\hat{y} = a + bX + e$$

حيث $\hat{Y}$ المتغير التابع ،X المتغير المستقل و e الخطأ العشوائي و b هي قيمة ثابتة تعبر عن قيمة $\hat{Y}$ عندما تكون قيمة X تساوي صفر و b تعبر عن ميل خط المستقيم الذي يوضح العلاقة وبمعني اخر هو يمثل مقدار التغير في قيمة $\hat{Y}$عندما تزداد قيمة X بمقدار وحدة واحدة .

ويمكن تحديد قوة العلاقة المقدرة بين المتغير التابع والمتغير المستقل من خلال معامل التحديد R^2 وهو يعبر عن مجموع مربعات الانحدار (*SSR*) الى مجموع المربعات الكلي (*SST*)، وكلما كانت قيمة المعامل كبيرة دل على قوة العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل، ويعني ذلك ان المتغير المستقل يشرح او يفسر نسبة كبيرة من المتغيرات الكلية التي تحدث في المتغير التابع.

وطبقت معادلة الانحدار الخطي البسيط على بيانات منطقة الدراسة وفسرت النتائج على اساس التباين بين الفصول والجميع المحطات من جهة والتباين بين محطة واخرى من جهة اخرى وكما سيلي ذكره

تحليل العلاقة بين سرعة الرياح وكمية التبخر الفصليّ

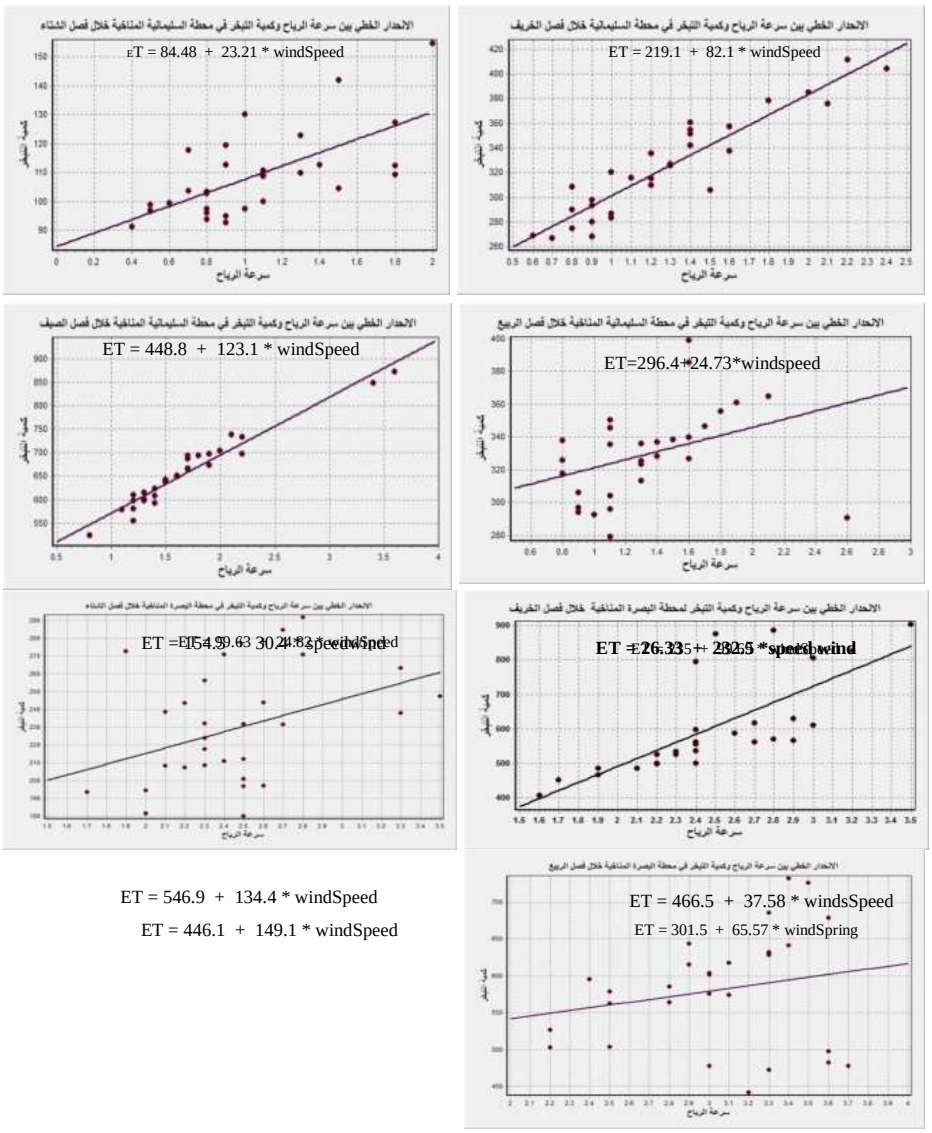
اظهرت النتائج في الشكل(٢) ان العلاقة بين قيم التبخر كعامل تابع وسرعة الرياح كعامل مستقل موجبة ولجميع المحطات وفي جميع الفصول اي كلما زادت سرعة الرياح ارتفعت كمية التبخر، وبانخفاضها تنخفض قيم التبخر والاشارة الموجبة لقيمةb في المعادلة تدل على هذه

العلاقة، وكان اتجاه خط الانحدار صاعداً مما يعني ان العلاقة طردية، الا ان قوة هذه العلاقة قد تباينت بين فصل واخر ويمكن معرفة ذلك من خلال اتجاه خط الانحدار إذ انه يقترب من المحور الافقي الذي يمثل سرعة الرياح عندما تكون العلاقة قوية ويُلاحظ ذلك خلال فصل الصيف الا ان خط الاتجاه يكون اكثر ابتعاد عن المحور الافقي عندما تضعف العلاقة ويُلاحظ ذلك خلال فصلي الشتاء والربيع.

اما نسبة تأثير سرعة الرياح كعامل مستقل على تباين قيم التبخر كعامل تابع فيمكن معرفتها من خلال قيمة معامل التحديد (R^2) ، اذ يُلاحظ من الجدول (٤) انه في فصل الصيف تزداد نسبة تأثير سرعة الرياح على تباين قيم التبخر وفي جميع المحطات إذ بلغت النسبة في محطتي بغداد والبصرة (٧٥% و٧٣%) ، بينما يُلاحظ ازدياد تأثيرها في محطتي السليمانية وخانقين لتصل نسبة تفسيرها الى (٩٤% و٩٣%)، من التباين في قيم التبخر خلال الفصل. اما في فصل الشتاء فانخفضت نسبة التأثير (٢٩%و١٦%) في محطتي بغداد والبصرة بالتتابع، والى (٤٤% و٦٩%) في محطتي السليمانية وخانقين على التوالي. وبذلك يظهر تأثير سرعة الرياح في تباين كميات التبخر خلال فصل الصيف اكثر مما هو في فصل الشتاء، وذلك لكون فصل الصيف يمتاز بارتفاع معدلات الحرارة وقلة كمية الرطوبة فتزداد كمية التبخر الا ان عملية التبخر هذه قد لا تستمر في حالة سكون الهواء إذ يتشبع الهواء ببخار الماء ولا يستوعب اي كمية اخرى للتبخر الا ان سرعة الرياح تؤدي الى ازاحة الهواء الرطب واحلال هواء جديد له القدرة على احتواء المزيد من جزيئات الماء المتبخرة وبالتالي زيادة عملية التبخر، ويمكن ان توضح الفكرة بشكل اخر ان الفصل يمتاز بقلة الرطوبة النسبية، فان زيادة سرعة الرياح تعني الاستمرار في حدوث النقص بالتشبع مما يعني زيادة في التبخر.

أما بالنسبة لفصلي الانتقال؛ فيلحظ أنَّ نسبة التأثير تكون في فصل الخريف اكثر مما هو في فصل الربيع، وذلك يعود الى ان الاول يمتاز بسرع رياح اعلى لكونه في هذا الفصل يبدأ ظهور المنظومات الضغطية وتعاقبها على العراق، بينما في فصل الربيع يكون لعامل انخفاض درجات الحرارة وارتفاع كمية الرطوبة اكثر تأثير على كمية التبخر من سرعة الرياح. ومن ذلك يظهر ان لسرعة الرياح اثر مهم في زيادة كمية التبخر الا ان تأثيرها يتباين من موسم لأخر إذ يزداد التأثير في الفصل الحار من السنة ويقل في الفصل البارد وذلك لظهور عناصر اخرى اكثر تأثير من سرعة الرياح وهي الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة.

شكل(٢) معادلة الانحدار الخطي البسيط للمحطات المدروسة



المصدر/ بالاعتماد على نتائج تحليل الانحدار الخطي

جدول(٤) (قيمة R^2 وb) الفصلية للمحطات المدروسة

المحطة	فصل الخريف		الشتاء		الربيع		الصيف	
	قيمةR^2	قيمةb	قيمةR^2	قيمة b	قيمةR^2	قيمةb	قيمةR^2	قيمة b
السليمانية	٠.86	82.1	0.44	23.21	0.14	24.73	0.94	123.1
خانقين	0.94	99.69	0.69	24.82	0.70	65.57	0.93	149.1
بغداد	0.72	94.01	0.29	35.27	0.38	95.43	0.75	101.9
البصرة	0.55	232.5	0.16	30.4	0.04	37.58	0.79	134.4

المصدر/ نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط.

تحليل العلاقة بين سرعة الرياح وكمية التبخر المكاني :

وعند قراءة نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط على مستوى المحطات يُلاحظ ان اعلى نسبة تأثير للرياح على قيم التبخر محطة خانقين إذ يُلاحظ من الجدول (٤) ان محطة خانقين سجلت اعلى نسبة لتأثير الرياح على قيم التبخر وفي جميع الفصول إذ تراوحت النسبة بين (٦٩-٩٤)% .تلتها محطة السليمانية ومن ثم بغداد وكان اقل قوة للعلاقة بين سرعة الرياح وقيم التبخر في محطة البصرة إذ تراوحت نسبة التأثير بين(٠٤-٩٧)% .

وبهذا يظهر ان العلاقة بين قوة الرياح تزداد كلما اتجهنا من الجنوب الى الشمال. اي ان العلاقة بين كمية التبخر وسرعة الرياح اقوى في المناطق الباردة من العراق عنها في المناطق الحارة.

ويمكن التعرف بطريقة اخرى على قوة تأثير سرعة الرياح على تباين كمية التبخر خلال قيمة bوالتي تدل على مقدار الزيادة في كمية التبخر في حال زيادة سرعة الرياح بمقدار وحدة واحدة أي (١م/ثا). ففي فصل الصيف الذي سجل اعلى نسبة تأثير للرياح على قيم التبخر، يُلاحظ انه في محطة السليمانية يبلغ مقدار الزيادة في قيمة b(١٢٣.١ملم) كلما زادت سرعة الرياح (١م/ثا) ومن ملاحظة الجدولين (٢و٣) يتبين انه في صيف ١٩٩١ بلغت سرعة الرياح (١.١م/ثا) وكانت كمية التبخر (٥٧٩.٧ ملم) بينما في صيف ١٩٩٩ عندما بلغت سرعة الرياح (٢.١م/ثا) ارتفعت كمية التبخر الى (٧٣٧.٧ملم)، اما في محطة خانقين فان قيمة b تبلغ (١٤٩.١) كلما زادت سرعة الرياح بمقدار(١م/ثا)، ففي صيف عام ٢٠٠٠ عندما بلغت سرعة الرياح (١.١م/ثا) سجلت كمية التبخر قيمة قدرها(٦٠٦.٢ملم) الا ان هذه الكمية بلغت عام ١٩٨٦ (٧٦٧.٤ملم) عندما زادت سرعة الرياح الى (٢.١م/ثا)، وفي محطة بغداد سجلت قيمة b(١٠١.٩ملم)، لذا فان كمية التبخر

في صيف عام ١٩٩٨ بلغت(٨٣٢.٧ملم) عندما كانت سرعة الرياح(٢.٢م/ثا) الا ان هذه الكمية بلغت(٩٢٤.١ملم) في صيف عام ٢٠٠٧ عندما زادت سرعة الرياح الى (٣.٢م/ثا)، وفي محطة البصرة الذي سجلت قيمة b احتمالية قدرها (١٣٤.٤ملم)، فيتبين انه في صيف عام ١٩٨١ عندما بلغت سرعة الرياح(٣.١م/ثا) بلغت كمية التبخر(٩١٤.٧ملم) بينما في عام ١٩٩٤ عندما كانت سرعة الرياح (٤.١م/ثا) بلغت كمية التبخر(١١٢٨.٢ملم).

اختبار معنوية اثر سرعة الرياح في تباين قيم التبخر الفصلي :

لأجل اثبات صحة فرضية البحث ان سرعة الرياح اثر في تباين قيم التبخر اختبر مستوى معنوية العلاقة بين المتغيرين باعتماد اختبارt وبمستوى معنوية حددتها بالباحثة بـ (٠.٠٥) وبدرجة حرية قدرها (٢٨=٢-٣٠) ومن ثم تكون قيمة t الجدولية (١.٧٠١) وعند مقارنة قيمة t المحسوبة والجدولية يلاُحظ من الجدول (٥) ان لسرعة الرياح اثر معنوي على قيم التبخر المكاني والفصلي كما يُلاحظ ان قيمة المعنوية تتفق بالزيادة او النقصان خلال الفصول ولكل محطة مع قيمة (R^2) وبذلك يُعد اختبار t هو دليل اخر يعزز فرضية البحث بان هناك العلاقة احصائية بين سرعة الرياح والتغيير في قيم التبخر المكاني والفصلي .

جدول(٥) قيمة *t* المحسوبة للمحطات المناخية المشمولة بالدراسة

المحطة	قيمة t المحسوبة للمحطة في كل فصل				مستوي المعنوية
	خريف	شتاء	ربيع	صيف	معنوي
السليمانية	١٣.٣٥	٤.٦٣	٢.٠٩	٢١.٣٤	معنوي
خانقين	٢٠.٦٩	٧.٧٨	٧.٩	١٨.٦٨	معنوي
بغداد	٨.٣٩	٣.٣٠	٤.٠٦	٨.٩٨	معنوي
البصرة	٥.٧٢	٢.٢٦	١.١٠	٩.٩٧	معنوي باستثناء فصل الربيع

المصدر/ نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط

الاستنتاجات :

من تحليل علاقة بين قيم التبخر النتح المستخرجة باعتماد معادلة بنمان وسرعة الرياح، تبين ان بنمان اعطى في معادلته قيمة للرياح في تفسير قيم التبخر، ولذلك فان نتائج تحليل الانحدار اظهرت وجود العلاقة طردية بين هذين المتغيرين ويُستدل على ذلك من الاتجاه الصاعد لخط الانحدار وقيمة b الموجبة، ويتبين من قيمة معامل التحديد(R^2) وجود نسبة عالية للتأثير، نسبة

التأثير متباينة بين فصل واخر للمحطة نفسها من جهة وبين المحطات من جهة اخرى لذا يمكن استنتاج الاتي :

١- للرياح دور مهم ومؤثر في تباين قيم التبخر المكاني والفصلي.

٢ - اظهر النتائج ان اعلى تأثير لسرعة الرياح على عملية التبخر النتح خلال فصل الصيف ولجميع المحطات إذ تراوحت نسبة التأثير بين(٧٥% و ٩٤%) .

٣ - ان درجة تأثر التبخر بسرعة الرياح تزداد كلما اتجهنا من الجنوب الى الشمال، اي ان المناطق الشمالية من العراق، يكون تباين قيم التبخر اكثر ارتباطاً بتباين سرعة الرياح.

٤- محطة خانقين كانت قيم التبخر النتح فيها اكثر تأثراً بتباين سرعة الرياح من المحطات المدروسة أذ تراوحت نسبة تأثيرها بين (٦٩%-٩٣%).

٥ - ان العلاقة بين سرعة الرياح وقيم التبخر الفصلي علاقة معنوية اظهرتها نتائج قيم t المحسوبة والتي كانت اعلى من الجدولية وبمستوى معنوية ٠.٠٥.

الهوامش:

١- -علي احمد غانم، الجغرافية المناخية، ط٢، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان،٢٠٠٧، ص١٣١-١٣٢.

٢- قصي عبد المجيد السامرائي، مبادئ الطقس والمناخ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيعن عمان ،٢٠٠٨ ، ص٢٠٤

3- A.Z. El-Bably, ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION USING STATISTICAL MODEL, Environments and agriculture in the MediterraneanRegion,2033.P447 .

4- E. L. Skidmore, H. S. Jacobs, and W. L. Powers, Potential Evapotranspiration as Influenced by Wind, Agionomy Journal,Vol. 61, Jilly-August 1969,p543-546

5- Richard G. Allen, Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations,Rome, 1998, P5.

٦- احمد سعيد حديد، واخرون، المناخ المحلي، الموصل، مطبعة جامعة الموصل، ١٩٨٢، ص.١٨٤

٧- كاظم عبد الوهاب الاسدي، المنخفضات الجوية واثرها على طقس العراق ومناخه، رسالة ماجستير مقدمة الى مجلس كلية الآداب جامعة البصرة،١٩٩١، غير منشورة، ص.١٦٠

٨- نعمان شحادة، التحليل الاحصائي في الجغرافية والعلوم الاجتماعية،ط١، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١١، ص٤٢٤-٤٤٤.

*يحول معدل سرعة الرياح من ارتفاع ١٠ الى ارتفاع ٢م بضرب سرعة الرياح بمعامل بحسب ارتفاع المحطة يحسب بالمعادلة التالية:

U2=Uz(4.87/ln(67.8z-5.42)

حيث إنّ:

U2=سرعة الرياح على ارتفاع ٢م

Uz= سرعة الرياح المقاسة على الارتفاع المحدد في المحطة (وفي محطات العراق تحسب سرعة الرياح على ارتفاع ١٠م). وعند تطبيق المعادلة وجد ان قيمة المعامل تساوي (٠.٧٥) وهذه القيمة تضرب بسرعة الرياح المسجلة في المحطة لتغير مقدار سرعتها من ١٠ متر الى ٢متر. Richard G. Allen, Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop 2water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations,Rome, 1998,p13.

Wind speed variation and its impact on the amount of evaporation-transpiration potential seasonal in Sulaymaniyah Baghdad, Basra Khanaqin stations adoption equation Penman

Instructor. Azhar S. Hadi .PHD

Diyala university /Spatial Research Unit

Abstract :

Wind speed is one of climatic elements affecting the amount of potential evapotranspiration, no less importance in influencing potential evapotranspiration from other items, and in spite of knowledge the role of wind as a factor in the values, but it has not been a study to measure statistically this role in Iraq. Hence the aim of the research: to identify the amount of influence they wind speed variation spatial values potential evapotranspiration and temporal values of the stations studied. The study included stations (Sulaymaniyah, Khanaqin, Baghdad, and Basra) for the period of 1980/2010. And relied on simple linear regression to achieve the aim of the research.

The results showed that the winds of an influential role in the occurrence of variations in the values of the potential evapotranspiration of not less important than the temperature and relative humidity. It is found that the increase in wind speed rates in effect raise the evaporation values and strength of this relationship increase in summer, as the effected of values have risen ranged between (94%- 73%) of the stations studied, while the potential evapotranspiration values in the spring less affected by wind speed for all stations the effected values ranged between (0.4%-70%) in stations Basra and Khanaqin, respectively. The spatial variations turned out to be influenced by the strength of the wind speed increases direction from south to north, as Basra, the lowest values of coefficient of determination station in all seasons ranged recorded between (0.4%- 79%), while the highest values recorded in Khanaqin to the selection coefficient ranged between (69%-93%).