Mesopotamia J. of Agric. ISSN: 2224-9796 (Online) مجـلة زراعـة الرافديـن
Vol. (42) No. (1) 2014 ISSN: 1815-316 X (Print) المجلد(42) العدد(1) 2014

مقدار السواقط الواصلة إلى مشاجر الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. والحبة الخضراء *Pistacia khinjuk* Stock. في قضاء عقرة

إبراهيم أنور إبراهيم جهاد إبراهيم سليم
قسم ألغابات / كلية ألزراعة والغابات / جامعة ألموصل / ألعراق
Email:eng_ibrahim1958@yahoo.com

الخلاصة

تمت هذه الدراسة في قضاء عقره (36.75 شمالا و 43.88 شرقا) وبارتفاع (766) متر فوق سطح البحر ويبلغ معدل سقوط الأمطار السنوي فيه 720.46 ملم. وتم اختيار مشجرين أحدهما للصنوبر ألبروتي *Pinus brutia* Ten. بعمر ثمانٍ وعشرين سنة وبمعدل 800 شجرة/هكتار. أما المشجر الآخر فهو للحبة الخضراء *Pistacia khinjuk* Stock. حيث أن أشجارها بعمر 18 سنة وبمعدل 950 شجرة في الهكتار الواحد. تم قياس الأمطار(P_r) في منطقة مفتوحة قريبة من المشجرين وذلك باستخدام خمسة أجهزة بقطر(12.5سم) وكذلك جهاز مسجل المطر الذاتي (rain gauge Recorder)، حيث بلغ مقدار الأمطار الساقطة 780.22 ملم للسنة المائية (2006-2007). وتم حساب الأمطار النافذة (T_r) باستخدام ثمانية عشرة جهازا كالتي استخدمت في المنطقة المفتوحة والتي تم توزيعها بصورة عشوائية في كل مشجر، وبلغت نسبتها63.31٪ و83.55٪ من أمطار المنطقة المفتوحة لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء على التوالي. كما تم اختيار ثماني أشجار بصورة عشوائية لكل مشجر لحساب الأمطار الجارية على الساق فبلغت نسبتها لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء 0.34٪ و2.36٪ من أمطار المنطقة المفتوحة على التوالي. كما بلغت نسبة الأمطار المحتجزة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء 36.35٪ و 14.09٪ على التوالي. كما تم التوصل إلى معادلات الانحدار لإيجاد القيمة المتوقعة للأمطار النافذة والجارية على الساق والمحتجزة بدلالة أمطار المنطقة المفتوحة.

كلمات الدالة :ألأمطار ألمحتجزة ، ألصنوبر ألبروتي ، ألحبة ألخضراء ، عقره

تاريخ تسلم البحث 28/ 3/ 2012 وقبوله 10/ 9 / 2012

ألمقدمة

الأمطار التي تسقط علىٰ أية غابة تتجزأ إلى عدة مكونات هي ألأمطار ألنافذة من تيجان ألأشجار والأمطار ألجارية على ألساق والأمطار ألمحتجزة من قبل تيجان الأشجار والتي تعدُّ من العناصر الرئيسة لحساب الموازنة ألمائية لأحواض الأنهر ألمغطاة بالغابات ، وفي مثل هذه ألدراسات فان الأمطار التي تصل إلى الغابة تقاس إما فوق المظلة التاجية أو في المناطق المفتوحة الخالية من الأشجار والشجيرات القريبة من الغابة (Hewlett، 1982). في حين أن الأمطار النافذة هي تلك الأمطار التي تصل إلى أرض الغابة من خلال الفراغات الموجودة في التاج أو التنقيط من ألأوراق، أما الأمطار الجارية علىٰ الساق فهي تلك الأمطار التي تصل إلى أرض الغابة بوساطة الساق وتكون غنية بالعناصر المذابة المغسولة من الأسطح والأنسجة النباتية. وهناك مجموعة من العوامل التي تؤثر في الأمطار الجارية علىٰ الساق وهي وضعية الشجرة (attitude) وشكل الشجرة والارتفاع النسبي (Relative height) وعمر الشجرة ونوعية القلف من حيث درجة الخشونة. ويطلق علىٰ مجموع الأمطار النافذة والجارية علىٰ الساق بصافي ماء الغابة أو صافي الأمطار (Net rainfall) (Parker، 1983). أما الأمطار التي لا تصل إلى أرض الغابة فيطلق عليها بالأمطار المحتجزة أو المفقودة حيث يتم احتجازها من قبل تيجان الأشجار وتعود إلى الجو ثانية بالتبخر، ويعتمد مقدار الأمطار المحتجزة علىٰ مجموعة من العوامل منها كمية وكثافة وطول مدة سقوط الأمطار (Schowalter، 1999) والمساحة السطحية للتاج والتي تختلف باختلاف عمر وكثافة الأشجار (Nelson، 2005) و سعة خزن النبات (Storage capacity) للمياه إضافة إلى العوامل المناخية المتمثلة بدرجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح والتبخر (Crockford و Richardson، 1990). ولا يمكن حساب الأمطار المحتجزة (I) بصور مباشرة ولكن تحسب من خلال طرح مجموع الأمطار النافذة والجارية

البحث مستل من رسالة ألماجستير للباحث ألثاني

علىٰ الساق من أمطار المنطقة المفتوحة (Owens وآخرون، 2004). كما أن تجاهل مقدار الأمطار المحتجزة من قبل الغطاء التاجي أو اعتبارها جزءاً من التبخر نتح يؤدي إلى أخطاء كبيرة في حساب الموازنة المائية (Savenije، 2004)، لذا يمكن القول بأن أهمية دراسة الأمطار المحتجزة تعد أحد عناصر الموازنة المائية في الغابات تزيد من الضائعات الناتجة عن طريق التبخر تسبب جفاف تربة الغابة بصورة غير متماثلة. (Raev، 1986). وذكر الباحث Zarnoch وآخرين (2002) أن لحجم الزخة المطرية تأثير على مقدار معامل التباين (Coefficient of Variation) للأمطار النافذة والجارية على الساق، حيث وجدوا زيادة في مقدار معامل التباين في ألعواصف المطرية الخفيفة وانخفاض مقدارها في ألعواصف المطرية الشديدة في مشاجر الصنوبر (*Pinus taeda*) في كرولاينا الشمالية. أما الباحث Liu (2003) وجد أن نسبة الأمطار النافذة والمحتجزة ولسنتين متتاليتين هي 86.94٪ و 13.06٪ من الأمطار الكلية (2164.8 ملم) في الغابات الرطبة الدائمة الخضرة في جنوب غرب الصين.كما وجد الباحث Carlyle-Moses (2004) أن نسبة الأمطار النافذة والجارية علىٰ الساق والمحتجزة للنباتات الخشبية في المناطق شبه الجافة من كندا بلغت (83.3 ± 1.9٪) و (8.5 ±1.9٪) و (8.2 ± 2.7٪) علىٰ التوالي وذكر أنه في هذه المناطق تكون نسبة الأمطار المحتجزة للشجيرات (13 - 40٪) وللأشجار النفضية (9 – 20٪) وللأبريات (20 – 48٪). أما الباحث Wang وآخرون (2006) وجدوا أن نسبة الأمطار المحتجزة لمشاجر الصنوبر الكوري بلغت 10.2٪ من الأمطار الكلية. وفي فنزويلا درس الباحثان Dezzeo و Chancon (2006) الأمطار النافذة والجارية علىٰ الساق في غابتين إحداهما تضم أشجاراً عالية والأخرى ثانوية تضم أشجاراً متوسطة وقصيرة الارتفاع، ووجدا أن نسبة الأمطار النافذة للغابتين 71٪ و 77٪ ونسبة الأمطار الجارية علىٰ الساق 2٪ و 8٪ من الأمطار الكلية علىٰ التوالي. ووجد الباحث Guevara وآخرون (2006) أن نسبة الأمطار النافذة والجارية علىٰ الساق والمحتجزة لأشجار المطاط الدائمة الخضرة *Ficus benjamina* في المكسيك بلغت 38.1٪ و 2.4٪ و 59.5٪ علىٰ التوالي من الأمطار الكلية.

مواد البحث وطرائقه

أمطار المنطقة المفتوحة (P_r) Gross rainfall ( ): تم قياس أمطار المنطقة المفتوحة باستخدام خمسة أجهزة صنعت محليا وهي مكونة من قمع بلاستيكي بقطر 12.5سم متصل بقنينة بلاستيكية حجم واحد لتر ومركب على حامل حديدي وذلك لتثبيتها في الأرض بصورة عمودية (Ford وDeans، 1978). وتم نصب هذه الأجهزة بالقرب من المشجرين وفي منطقة مفتوحة بعيدة عن تأثير الأشجار. إضافة إلى استخدام جهاز مسجل المطر الذاتي (rain gauge Recorder) نوع (CASELLA) وذلك لاستخدامه في قياس الأمطار ومدة هطولها (Duration of rainfall) إضافة إلى الشدة المطرية (Rainfall intensity)، وهذا الجهاز هو مسجل مطر يومي يتم استبدال الورقة البيانية الخاصة بالجهاز (Chart) كل أربع وعشرين ساعة عند الساعة التاسعة صباحا. وتم استخدام القناني البلاستيكية مرة واحدة لكل عاصفة مطرية بعد استبدالها بأخرى جديدة وتم الاعتماد على معدل الأجهزة في حساب أمطار المنطقة المفتوحة.

الأمطار النافذة (T_r) (Throughfall): تم نصب ثمانية عشرة جهازاً من أجهزة قياس الأمطار المصنوعة محليا في كل من مشجري الصنوبر ألبروتي والحبة الخضراء. وذلك بعد ترقيمها وتوزيعها عشوائيا في كلا المشجرين. وتم حساب مقدار الأمطار النافذة لكل مشجر بالاعتماد على معدل مقدار الأمطار في هذه الأجهزة في كل مشجر. وتم تسجيل القراءات عند الساعة التاسعة صباحا في كل يوم ماطر.

الأمطار الجارية على الساق (S_f) (Stemflow) : تم اختيار ثماني أشجار وبصورة عشوائية في كل مشجر لاستخدامها في حساب الأمطار الجارية على الساق وفق الطريقة التي أوصى بها Rasmussen وBeier (1987)، حيث تم استخدام أنبوب مطاطي مفتوح (Rubber collars) وتم ربطه حول جذع الشجرة عند مستوى الصدر بوساطة المسامير وتحت قلف الأشجار واستخدام مادة السليكون (مادة لاصقة) لإملاء الفراغات بين الأنبوب المطاطي وجذع الشجرة وذلك لضمان عدم تسرب المياه الجارية على الساق من تحت الأنبوب المطاطي (Stidson وآخرون، 2004)، وهذا

الأنبوب متصل بأنبوب مطاطي مغلق يؤدي إلى وعاء مطاطي لجمع المياه الجارية على الساق. ومن ثم حساب عمق الماء مقدراً بالملم.

النتائج والمناقشة

أمطار المنطقة المفتوحة (P_r) Precipitation: أظهرت الدراسة أن مقدار أمطار المنطقة المفتوحة بلغ 780.22 ملم للسنة المائية 2006 – 2007 اعتبارا من أول عاصفة مطرية في 2006/10/26 ولغاية 2007/5/15. ومن الجدول (1) نلاحظ أن مقدار سقوط الأمطار في شهر شباط كان الأكثر مقارنة مع الأشهر الأخرى حيث بلغ مقدارها 165.18 ملم والذي يمثل 21.17٪ من الأمطار الكلية. في حين كان أقل مقدار لها في شهر أيار 21.33 ملم والذي يمثل 2.73٪، وسجل أعلى مقدار للأمطار اليومية (78.55) ملم بتاريخ 2006/10/30 وبشدة مطرية (3.1 ملم/ساعة). وكذلك بلغ أعلى شدة مطرية خلال نصف ساعة (9 ملم/نصف ساعة) أي ما يعادل 18 ملم/ساعة خلال ألعاصفة المطرية التي ألتي بلغ مقدارها 14.57 ملم وبمعدل شدة مطرية 2.08 م وبلغ مقدار الثلوج الساقطة 21.7سم حيث كان 9سم منها في شهر كانون الأول وهذا يعني إن الماء الناتج من ذوبانها 1.89ملم، بينما 12.7سم كان في شهر كانون الثاني ويقدر الماء الناتج من ذوبانه 4.57 ملم. ويُعَدُّ هذا المقدار أعلى من معدل سقوط الثلوج خلال العشر سنوات الأخيرة الذي بلغَ مقداره 14.46 سم/ سنة.

الأمطار النافذة (T_r) Throughfall: بلغ مجموع الأمطار النافذة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء 493.95 و651.9 ملم على التوالي وهما يشكلان 63.31٪ و83.54٪ من أمطار المنطقة المفتوحة . إن هذه القيم للأمطار النافذة قريبة من القيم التي حصل عليها Swank و Reynolds (1987) حين وجدا أن الأمطار النافذة تشكل 59٪ من الأمطار الكلية في مشاجر الصنوبر الأبيض *Pinus strobus* في كويتا بالولايات المتحدة، وكذلك يتفق مع Jabbori و Ibrahim (1989) عندما وجدا أن نسبة الأمطار النافذة هي 59٪ من أمطار المنطقة المفتوحة في مشاجر الصنوبر ألثمري *Pinus pinea* في نينوى بشمال العراق. كما يظهر من الشكلين (1 و 2) أن أعلى مقدار للأمطار النافذة كان خلال شهر شباط، حيث بلغ مقدارها لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء 106.70 و 143.04 ملم على التوالي. في حين أن أقل المقادير كانت خلال شهر أيار، حيث بلغ مقدارها لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء 11.03 و15 ملم على التوالي وذلك بسبب قلة سقوط الأمطار (21.33 ملم) وارتفاع معدلات درجات الحرارة (26.20°م) وانخفاض الرطوبة النسبية (53٪) فيها، بينما كانت أعلى نسبة مئوية للأمطار النافذة في شهر كانون الأول وفي كلا المشجرين ويعود سبب ذلك إلى انخفاض معدلات درجات الحرارة (4.7°م) وارتفاع الرطوبة النسبية (83٪) إضافة إلى أن المعدل الشهري للشدة المطرية (2.63) ملم/ساعة كان أعلى مقارنة مع الأشهر الأخرى. كما تبين من الدراسة وجود علاقة وثيقة بين أمطار المنطقة المفتوحة ومقدار الأمطار النافذة في كلا المشجرين. حيث يزداد ويقل مقدارها بزيادة ونقصان مقدار الأمطار في المنطقة المفتوحة، وكان معامل الارتباط (R^2) عالياً جداً (0.98) بين أمطار المنطقة المفتوحة كمتغير مستقل والأمطار النافذة باعتباره متغيراً معتمدا ولجميع ألعواصف المطرية في كل من مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء. وقد تم التوصل إلى معادلتي الانحدار Regression Equations (1 و 2) لتحديد القيمة المتوقعة للأمطار النافذة (T_r) ملم وذلك بدلالة كمية الأمطار في المنطقة المفتوحة (ملم) لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء وعلى التوالي:

$$P(T_r) = 0.7574\ P_r - 1.8594 \quad \text{.....1}$$
$$K(T_r) = 0.8861\ P_r - 0.7616 \quad \text{.....2}$$

حيث إن

P = مقدار الأمطار الساقطة في المنطقة المفتوحة (ملم)

$P(T_r)$ = مقدار الأمطار النافذة (ملم) في مشجر الصنوبر البروتي

$K(T_r)$ = مقدار الأمطار النافذة (ملم) في مشجر الحبة الخضراء

الجدول (1): السواقط ألشهرية والشدة المطرية لمنطقة ألدراسة

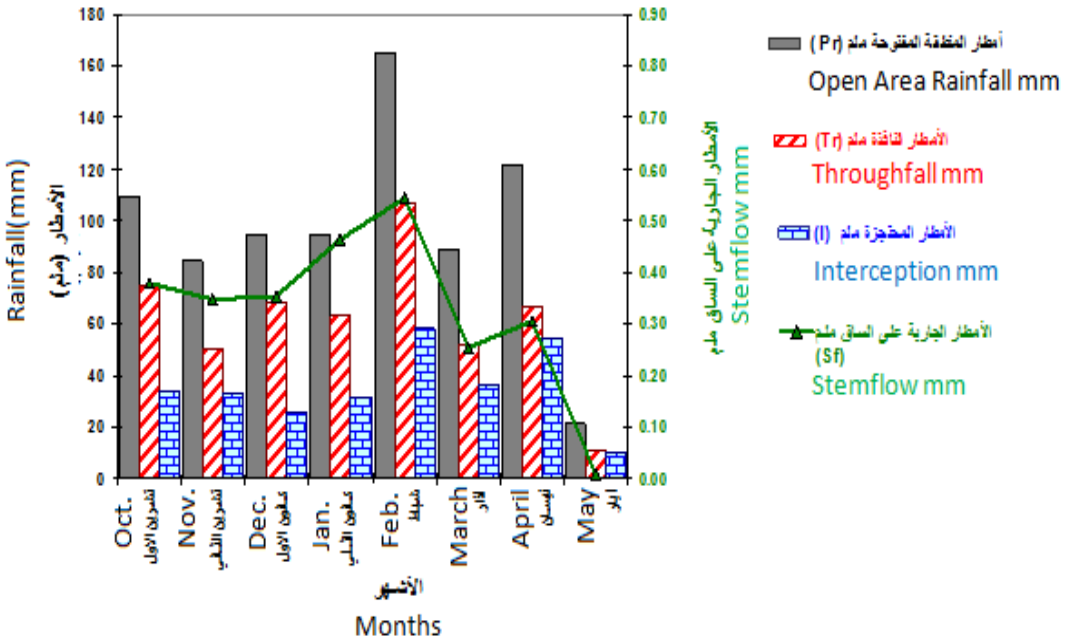
Table (1) : Monthly precipitation and rainfall intensity for studied area

الأشهر Months	أمطار المنطقة المفتوحة (ملم) Open area rainfall (mm)				معدل الشدة المطرية (ملم/ساعة) Mean rainfall intensity mm/ h			الثلج سم Snow (cm)
	ألأمطار ألشهرية Monthly rainfall	نسبة الأمطار الشهرية إلى السنوية Monthly/Annual rainfall	مقدار أعلى قيمة/يوم Max. daily rainfall	مقدار أقل قيمة/يوم Min. daily rainfall	أقل قيمة Min	أعلى قيمة Max	المعدل Mean	
تشرين الأول October	109.06	13.98	78.55	3.35	0.84	3.74	1.89	–
تشرين الثاني November	84.11	10.78	36.34	9.73	1.28	2.14	1.59	–
كانون الأول December	94.46	12.11	74.42	20.03	1.71	3.50	2.63	9.00
كانون الثاني January	94.98	12.17	63.45	2.32	0.33	3.17	1.52	12.70
شباط February	165.18	21.17	39.49	1.70	0.57	2.08	1.34	–
آذار March	88.92	11.40	28.89	1.16	0.58	3.21	1.38	–
نيسان April	122.18	15.66	30.35	1.61	0.54	2.29	1.32	–
أيار May	21.33	2.73	10.73	5.25	1.79	2.68	2.36	–

والشكل (3) يوضح العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار النافذة إضافة إلى معادلتي الانحدار لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء علما أن الانحدار معنوي عند مستوى احتمال 0.01. وبما أن أشجار الحبة الخضراء هي متساقطة الأوراق، لذا فقد لوحظ تباين في مقدار الأمطار النافذة لهذا المشجر في موسم النمو الخضري مقارنة مع موسم السكون، حيث لوحظ أن النسبة المئوية للأمطار النافذة إلى أمطار المنطقة المفتوحة في موسم النمو الخضري بلغت 80.9٪ في حين زادت هذه النسبة إلى 85.2٪ في موسم السكون وكما موضح في الجدول (2). كما لوحظ أن علاقة الارتباط (R^2) عالية جداً ما بين أمطار المنطقة المفتوحة (P_r) والأمطار النافذة (T_r) في موسمي النمو الخضري والسبات لمشجر الحبة الخضراء كما هو موضح في الشكل (4). وتم التوصل إلى معادلتي الانحدار (3 و 4) :

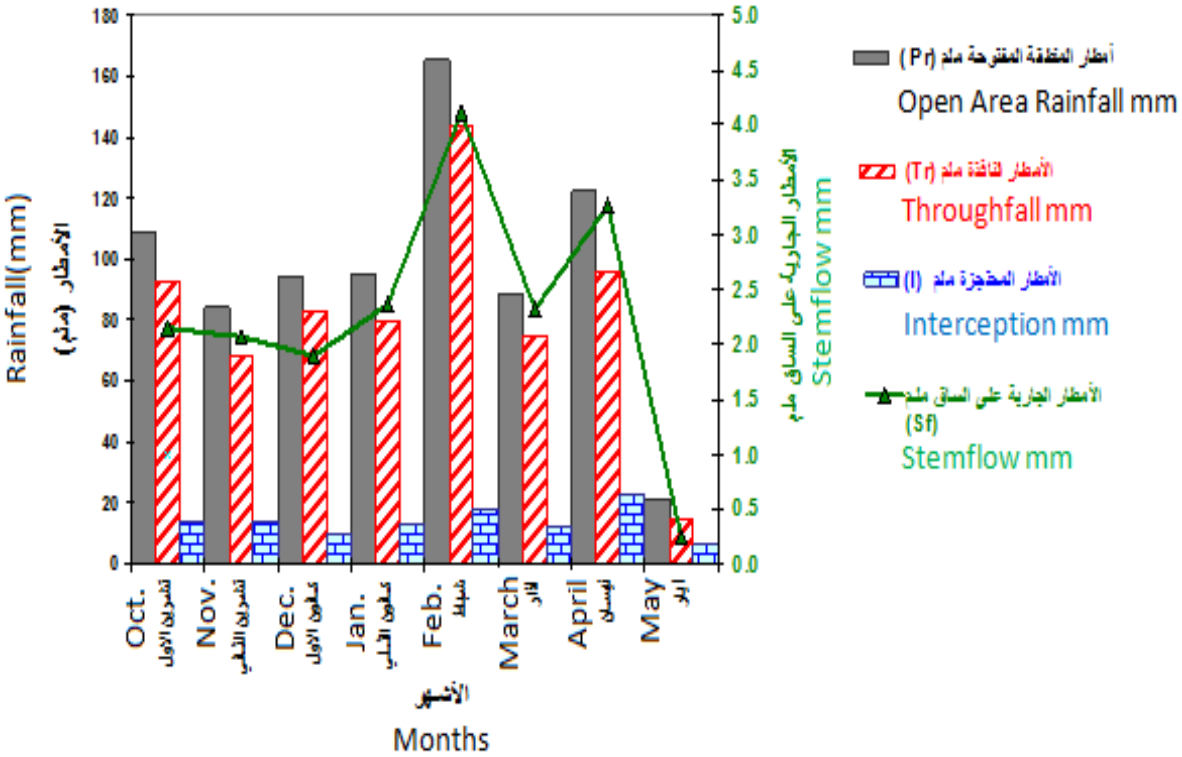
$$K_1 (T_r) = 0.8808\ P_r - 0.4768 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

$$K_2 (T_r) = 0.7748\ P_r - 0.0555 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 4$$



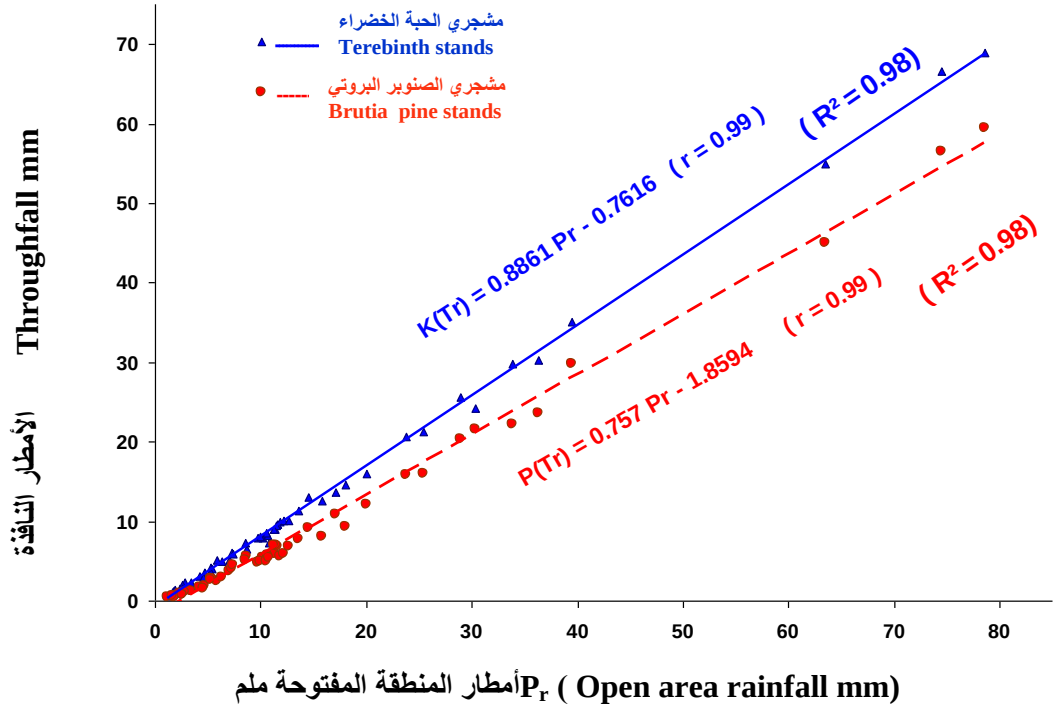
الشكل (1): المعدل الشهري لأمطار المنطقة المفتوحة والأمطار النافذة والأمطار المحتجزة والجارية على الساق في مشجر الصنوبر ألبروتي

Figure (1):Monthly mean of open area rainfall ,throughfall, interception, and stemflow of Pine stand



الشكل (2): المعدل الشهري لأمطار المنطقة المفتوحة والأمطار النافذة والأمطار المحتجزة والأمطار ألجارية على ألساق لمشجر ألحبة ألخضراء

Figure (2):Monthly mean of open area rainfall ,throughfall, interception, and Stemflow of Terebinth stand



الشكل (3): العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار النافذة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء

Figure(3): Relationship between open area rainfall and throughfall of Pine and Terebinth stands .

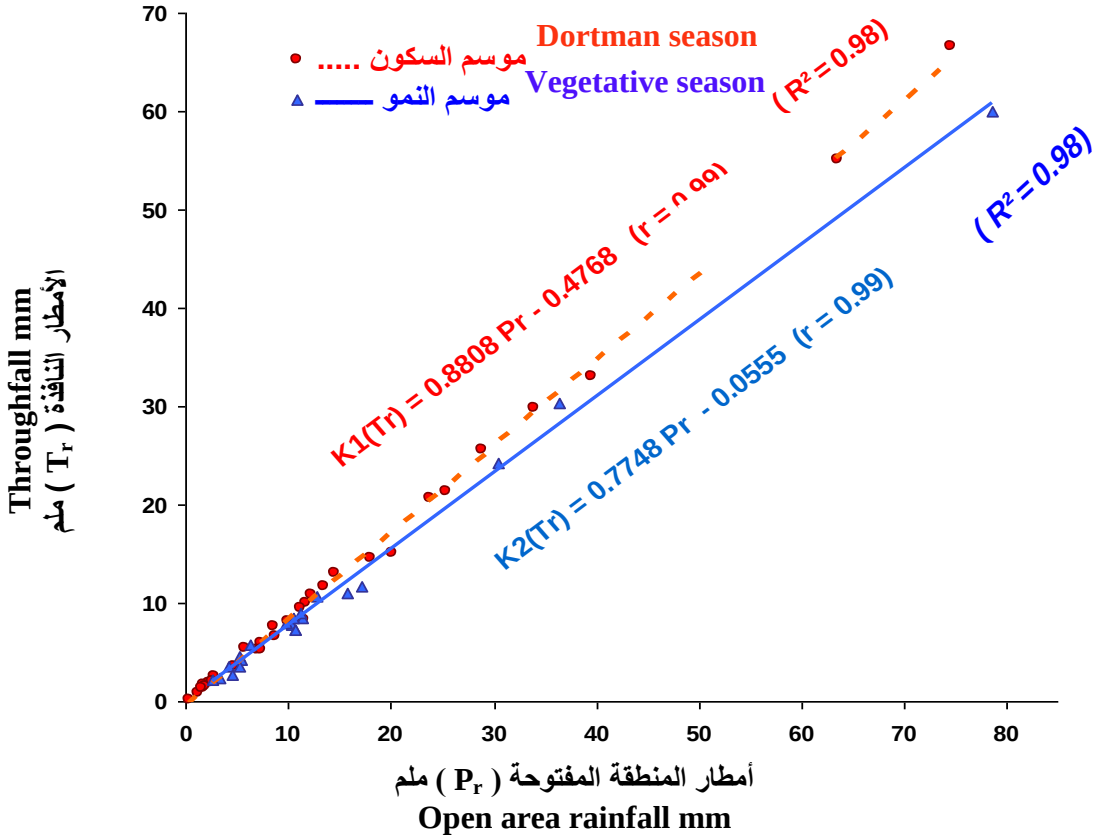
حيث إن

P_r = مقدار الأمطار الساقطة في المنطقة المفتوحة (ملم)

$K_1(T_r)$ = مقدار الأمطار النافذة (ملم) في موسم السكون

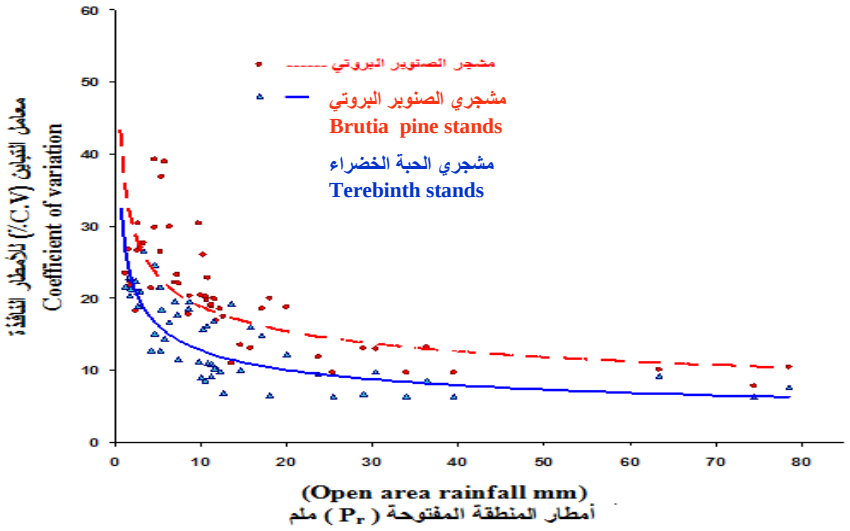
$K_2(T_r)$ = مقدار الأمطار النافذة (ملم) في موسم النمو الخضري

كما تم إيجاد معامل التباين (C.V ٪) Coefficient of Variation بين جميع الأجهزة التي استخدمت لقياس الأمطار النافذة (T_r) ولكل عاصفة مطرية فقد لوحظ أن لحجم ألعاصفة المطرية والشدة المطرية دوراً كبيراً في تحديد مقدار معامل التباين لكلا المشجرين. وبصورة عامة تمت ملاحظة انخفاض في معامل التباين بزيادة حجم ألعاصفة المطرية وكثافتها وهذا يتفق مع الباحث Zarnoch وآخرين (2002) حين وجد زيادة في مقدار معامل التباين في ألعواصف المطرية القليلة وانخفاض مقدارها في ألعواصف المطرية الكثيرة في مشاجر الصنوبر (*Pinus taeda*). فعلى سبيل المثال خلال ألعاصفة المطرية التي بلغت 74.42 ملم بتاريخ 2006/12/27 وبشدة مطرية 3.54 ملم/ساعة كان مقدار معامل التباين بين الأجهزة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء 7.8 ٪ و6.3٪ على التوالي، في حين زاد معامل التباين إلى 39.26 ٪ وذلك للعاصفة المطرية التي بلغ مقدارها 4.58 ملم بتاريخ 2007/4/29 وبشدة مطرية 1 ملم/ساعة في مشجر الصنوبر البروتي، بينما في مشجر الحبة الخضراء بلغ أعلى مقدار لمعامل التباين 26.58٪ عندما كانت كمية المطر الساقط3.35 ملم بتاريخ 10/29 /2006 وبشدة مطرية مقدارها 0.84 ملم/ساعة. ويتضح من الشكل (5) أن مقدار التباين في مشجر الحبة الخضراء هو أقل من مشجر الصنوبر البروتي والسبب الرئيس هو أن مشجر الحبة الخضراء ذو كثافة منتظمة وبسبب سقوط الأوراق في فصل السبات كما أن معامل الاختلاف (C.V٪) لارتفاع الأشجار (6.8 ٪) ولمساحة مسقط التاج (21.9٪) في مشجر الحبة الخضراء هو أقل مما هو عليه في مشجر الصنوبر البروتي إذ بلغا 16.95٪ و26.56٪ على التوالي. ونستنتج مما تقدم أن توزيع الرطوبة في ترب مشاجر الحبة الخضراء يكون أكثر تماثلا مما عليه في مشجر الصنوبر



الشكل (4): العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار النافذة في مشجر الحبة الخضراء في موسمي النمو الخضري والسكون

Figure(4): Relationship between open area rainfall and throughfall of Terebinth stand during vegetative and dormant season



الشكل (5): العلاقة بين معامل التباين (C.V ٪) للأمطار النافذة وأمطار المنطقة المفتوحة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء

Figure (5): Relation between coefficient of variation of throughfall and gross rainfall of Pine and Terebinth stands

الأمطار الجارية على الساق (S_f) Stemflow: بلغ مقدار الأمطار الجارية على الساق في مشجر الصنوبر البروتي 2.66ملم وهو يشكل 0.34٪ من الأمطار الكلية . وهذه القيمة قريبة من القيمة التي توصل اليها Silva وRodriguez (2001) عندما وجدا أن نسبة الأمطار الجارية على الساق 0.6٪ من الأمطار الكلية لمشاجر الصنوبر *Pinus pseudostrobus* في شمال شرق المكسيك، وكذلك ما توصل اليه Jabbori و Ibrahim (1989) حين وجدا أن نسبة الأمطار الجارية على الساق 0.2٪ من أمطار المنطقة المفتوحة في مشاجر الصنوبر الثمري *Pinus pinea* في نينوى بشمال العراق.
في حين بلغ مقدار الأمطار الجارية على الساق في مشجر الحبة الخضراء 18.41ملم وهو يشكل 2.37٪ من الأمطار الكلية ، ويعزى سبب الزيادة في الأمطار الجارية على الساق لمشجر الحبة الخضراء مقارنة مع مشجر الصنوبر إلى قلة الأمطار المحتجزة وسقوط الأوراق في موسم السكون لهذا المشجر. وكذلك إلى الاختلاف في طبيعة قلف الأشجار حيث يكون أقل خشونة في أشجار الحبة الخضراء ويوضح ألجدول (2) مقدار ألأمطار ألجارية على ألساق لمشجر حبة ألخضراء. وقد تم التوصل إلى معادلتي الانحدار (5 و 6) لتحديد القيمة المتوقعة للأمطار الجارية على الساق (S_f) ملم وذلك بدلالة مقدار الأمطار في المنطقة المفتوحة (ملم) لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء وعلى التوالي.

$$P(S_f) = 0.0044P_r - 0.0148 \ldots\ldots\ldots\ldots 5$$
$$K(S_f) = 0.0217P_r + 0.0293 \ldots\ldots\ldots 6$$

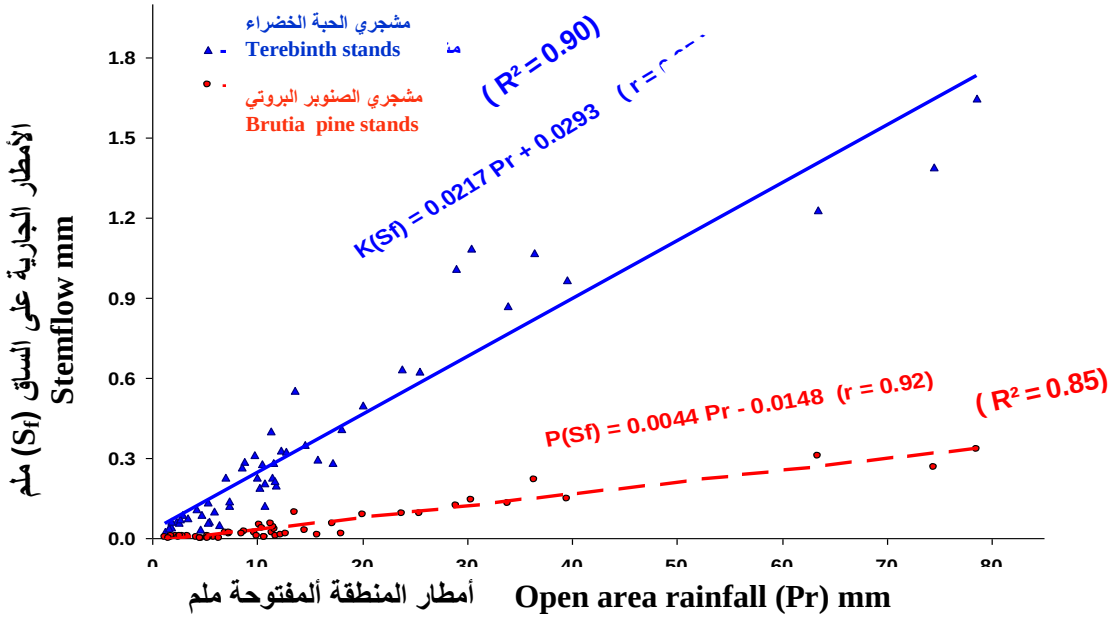
حيث إن
P_r = مقدار الأمطار الساقطة في المنطقة المفتوحة (ملم)
$P(S_f)$ = مقدار الأمطار الجارية على الساق (ملم) في مشجر الصنوبر البروتي
$K(S_f)$ = مقدار الأمطار الجارية على الساق (ملم) في مشجر الحبة الخضراء

الجدول (2):مقادير أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار النافذة والأمطار الجارية على الساق في موسمي النمو الخضري وموسم السكون في مشجر الحبة الخضراء

Table (2) : Open area rainfall, throughfall, and stemflow during vegetative and dormant season for Terebinth stand.

الموسم Season	أمطار المنطقة المفتوحة ملم Open area rainfall (mm)	الأمطار النافذة ملم Throughfall (mm)	الأمطار الجارية على الساق ملم Stemflow (mm)	الأمطار المحتجزة ملم Interception (mm)
موسم السكون Dormant season	477.87	407.31	11.46	59.09
النسبة المئوية Percentage	100	85.2	2.4	12.4
موسم النمو الخضري Vegetative season	302.35	244.59	6.95	50.82
النسبة المئوية Percentage	100	80.9	2.3	16.8
مجموع الموسمين Sum of the two seasons	780.22	651.90	18.41	109.91

و الشكل (6) يوضح العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة (P_r) والأمطار الجارية على الساق في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء.



الشكل (6): العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار الجارية على الساق في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء

Figure(6): Relationship between open area rainfall and stemflow of Pine and Terebinth stands .

ويتضح من ألجدول (2) أن النسبة المئوية للأمطار الجارية على الساق إلى أمطار المنطقة المفتوحة في موسم النمو الخضري بلغت 2.3٪ في حين كانت النسبة 2.4٪ في موسم السكون، وهذه الزيادة الطفيفة في المقدار تعود إلى نقصان الأمطار المحتجزة في موسم السبات. وتم التوصل إلى معادلتي الانحدار (7 و 8) لتحديد القيمة المتوقعة للأمطار الجارية على الساق $K_1(S_f)$ و $K_2(S_f)$ ملم بدلالة مقدار الأمطار في المنطقة المفتوحة و لكلا الموسمين كما هو مبين في أدناه.

$$K_1(S_f) = 0.0231P_r + 0.0263 \quad \text{.....7}$$

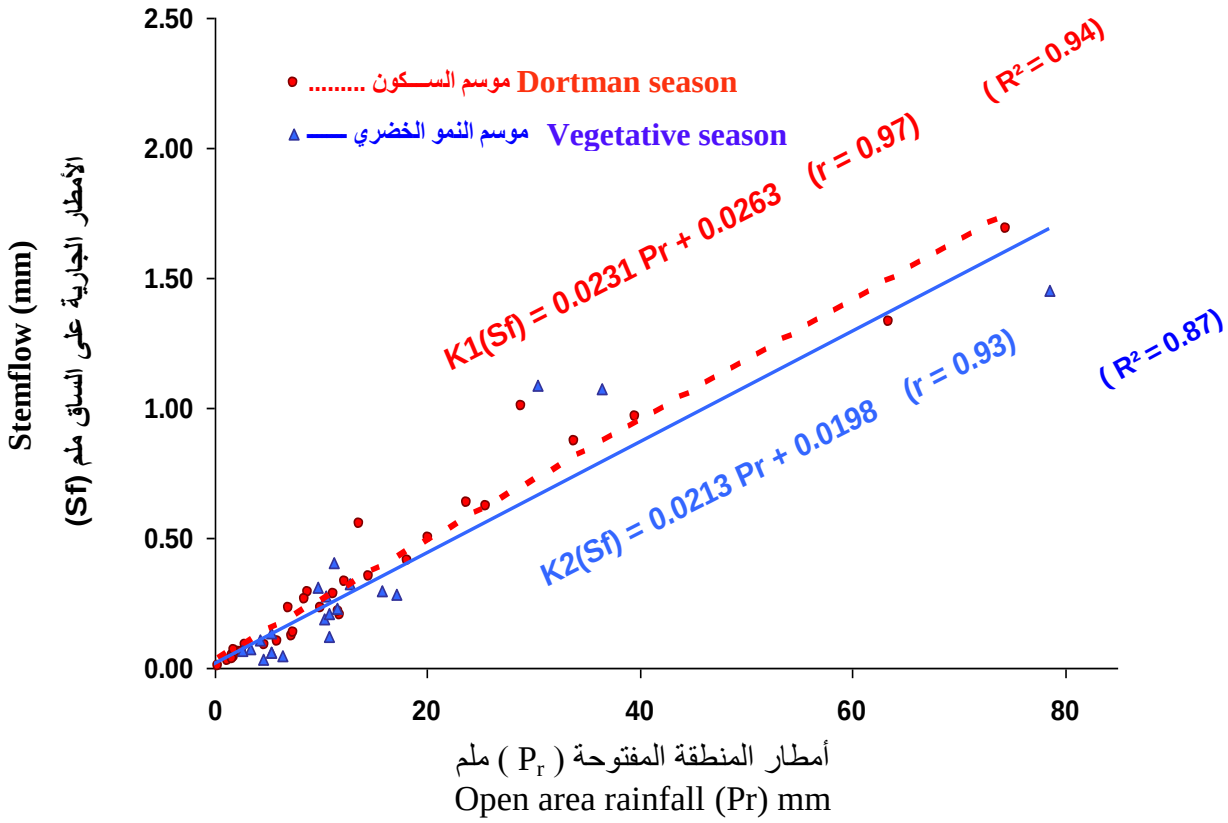
$$K_2(S_f) = 0.0213P_r + 0.0198 \quad \text{.....8}$$

P_r = مقدار الأمطار الساقطة في المنطقة المفتوحة (ملم)

$K_1(S_f)$ = مقدار الأمطار الجارية على الساق (ملم) في موسم السكون

$K_2(S_f)$ = مقدار الأمطار الجارية على الساق (ملم) في موسم النمو الخضري

و الشكل (7) يوضح تلك العلاقات وقد تم إيجاد معامل التباين (C.V٪) بين قيم الأمطار الجارية على الساق للأشجار التي استخدمت لقياس الأمطار الجارية على الساق في كل من مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء ولكل عاصفة مطرية. فقد لوحظ أن لحجم ألعاصفة المطرية وكثافتها دوراً كبيراً في تحديد مقدار معامل التباين في كلا المشجرين، ففي مشجر الصنوبر البروتي كان أقل مقدار لمعامل التباين بين الأجهزة (10.15٪) خلال ألعاصفة المطرية التي بلغ مقدارها 78.55 ملم بتاريخ 2006/10/30 وبشدة مطرية مقدارها 3.1 ملم/ساعة في حين كان أعلى مقدار لمعامل التباين هو (77.85 ٪) للعاصفة المطرية التي بلغ مقـدارها 1.61 ملم بتاريخ 2007/4/2 عندما كانت الشدة المطرية 0.6 ملم/ساعة .وتم تسجيل أقل مقدار للتباين في مشجر الحبة الخضراء ومقداره (7.41٪) عندما كانت كمية المطر الساقط 74.42 ملم بتاريخ 2006/12/27 وبشدة مطرية مقدارها 3.54 ملم/ساعة في حين كان أعلى مقدار للتباين هو (41.98 ٪) عندما كانت كمية المطر الساقط 1.82ملم بتاريخ 2007/2/25 وبشدة مطرية مقدارها 0.8 ملم/ساعة.



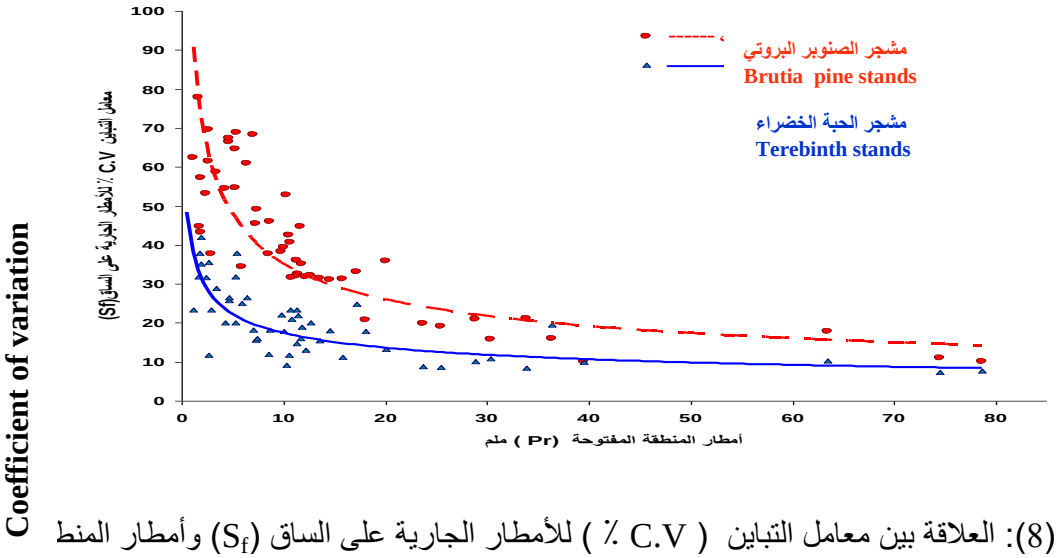
الشكل (7): العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار الجارية على الساق في مشجر الحبة الخضراء في موسمي السكون والنمو الخضري

Figure(7): Relationship between open area rainfall and stemflow in Terebinth stand during vegetative and dormant season

ويُلاحظ من الشكل (8) أن معامل التباين يقل بزيادة مقدار الأمطار الساقطة وأن مقدار التباين في مشجر الحبة الخضراء هو أقل من مشجر الصنوبر البروتي بسبب أن معامل الاختلاف (C.V٪) للأقطار ولارتفاع الأشجار ولمساحة مسقط التاج والبالغ على التوالي 14 و 6.8 و 21.9 ٪ في مشجر الحبة الخضراء هو أقل مما هو عليه في مشجر الصنوبر البروتي والبالغ 14.7 و 16.95 و 26.56٪ على التوالي.

ويظهر من الشكلين (1) و (2) أن أعلى مقدار للأمطار الجارية على الساق كان خلال شهر شباط، حيث بلغ مقدارها لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء (0.55) و(4.12) ملم على التوالي. في حين أن أقل المقادير كان خلال شهر أيار، حيث بلغ مقدارها لمشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء (0.008) و (0.24) ملم على التوالي بسبب قلة سقوط الأمطار وزيادة مقدار الأمطار المحتجزة بسبب ارتفاع درجات الحرارة وسرعة الرياح وانخفاض الرطوبة النسبية فيها.

الأمطار المحتجزة (I) Interception : بلغ مقدار الأمطار المحتجزة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء 283.62 و109.91ملم وهما يشكلان 36.35٪ و 14.09٪ من أمطار المنطقة المفتوحة على التوالي . إن هذه النسب قريبة من تلك التي حصل عليها Jabbori و Ibrahim (1989) في نينوى بشمال العراق حيث كانت نسبة الأمطار المحتجزة 40.8٪ من أمطار المنطقة المفتوحة لمشاجر الصنوبر ألثمري *Pinus pinea* وكذلك تتفق مع ما توصل اليه Swank



الشكل (8): العلاقة بين معامل التباين (C.V ٪) للأمطار الجارية على الساق (S_f) وأمطار المنط المفتوحة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء

Figure (8): Relation between coefficient of variation ,stemflow and gross rainfall of Pine (- - -) and Terebinth (—) stands

و Reynolds (1987) حين وجدا أن الأمطار المحتجزة تشكل 33٪ من الأمطار الكلية في مشاجر الصنوبر الأبيض *Pinus strobus* في كويتا بالولايات المتحدة. وقد تم التوصل إلى معادلتي الانحدار (9 و 10) لتحديد القيمة المتوقعة للأمطار المحتجزة (I) ملم وذلك بدلالة كمية الأمطار في المنطقة المفتوحة (P_r) ملم لمشجري الصنوبر البروتى والحبة الخضراء وعلى التوالى

Open area rainfall mm

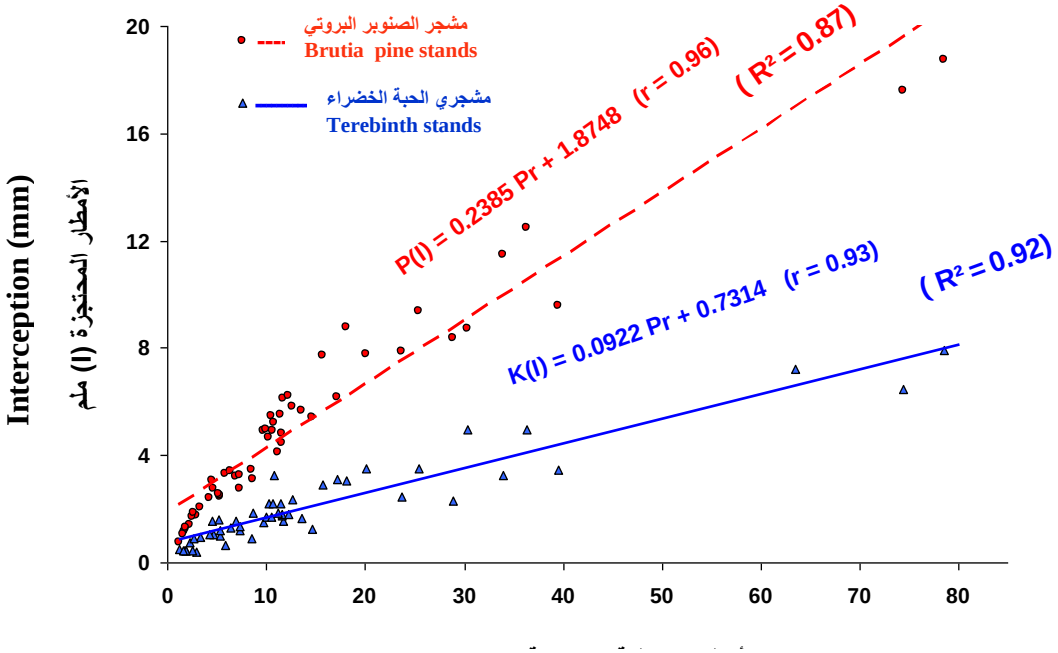
حيث إن

P_r = مقدار الأمطار الساقطة في المنطقة المفتوحة (ملم)

P(I) = مقدار الأمطار المحتجزة (I) في مشجر الصنوبر البروتي (ملم)

(I) = مقدار الأمطار المحتجزة (I) في مشجر الحبة الخضراء (ملم)

والشكل (9) يوضح العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار المحتجزة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء .نلاحظ من هذا الشكل أن مقدار الأمطار المحتجزة يزداد بزيادة مقدار حجم ألعاصفة المطرية في المنطقة المفتوحة. حيث إن أعلى مقدار للأمطار المحتجزة في مشجري الصنوبر



الشكل (9): العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار المحتجزة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء

Figure (9): Relation between open area rainfall and interception in Pine and Terebinth stands

البروتي والحبة الخضراء بلغ 18.77 و8.039 ملم على التوالي عند ألعاصفة المطرية التي مقدارها 78.55 ملم بتاريخ 10/30/ 2006 وبشدة مطرية مقدارها 3.1 ملم/ساعة، وأن أقل مقدار للأمطار المحتجزة في مشجر ألصنوبر البروتي أيضا هو 0.738 ملم عند ألعاصفة المطرية التي مقدارها 1.16 ملم بتاريخ 2007/3/20 وبشدة مطرية مقدارها 0.4 ملم/ساعة. في حين كان لمشجر الحبة الخضراء 0.4 ملم عند ألعاصفة المطرية التي مقدارها 2.86 ملم بتاريخ 2007/2/16 و بشدة مطرية مقدارها 0.8 ملم/ساعة بسبب سقوط الأوراق للمشجر في هذا الوقت. وكان هنالك اختلاف في مقدار ألأمطار المحتجزة في موسمي النمو الخضري والسبات لمشجر الحبة الخضراء كما هو مبين في الجدول (2) حيث أن النسبة المئوية للأمطار المحتجزة إلى أمطار المنطقة المفتوحة في موسم النمو الخضري بلغت 16.8٪ في حين قلت هذه النسبة إلى 12.4٪ في موسم السكون وهذا يفسر الدور الذي تؤديه الأوراق في احتجاز مياه الأمطار. وتم التوصل إلى معادلتي الانحدار (11 و 12) لتحديد القيمة المتوقعة للأمطار المحتجزة (I) ملم و ذلك بدلالة كمية الأمطار في المنطقة المفتوحة (P_r) ملم ولكلا الموسمين في مشجر الحبة الخضراء.

$$K_1 (I) = 0.0984\ P_r + 1.0029 \ldots\ldots\ldots\ldots 11$$
$$K_2 (I) = 0.0905\ P_r + 0.4951 \ldots\ldots\ldots\ldots 12$$

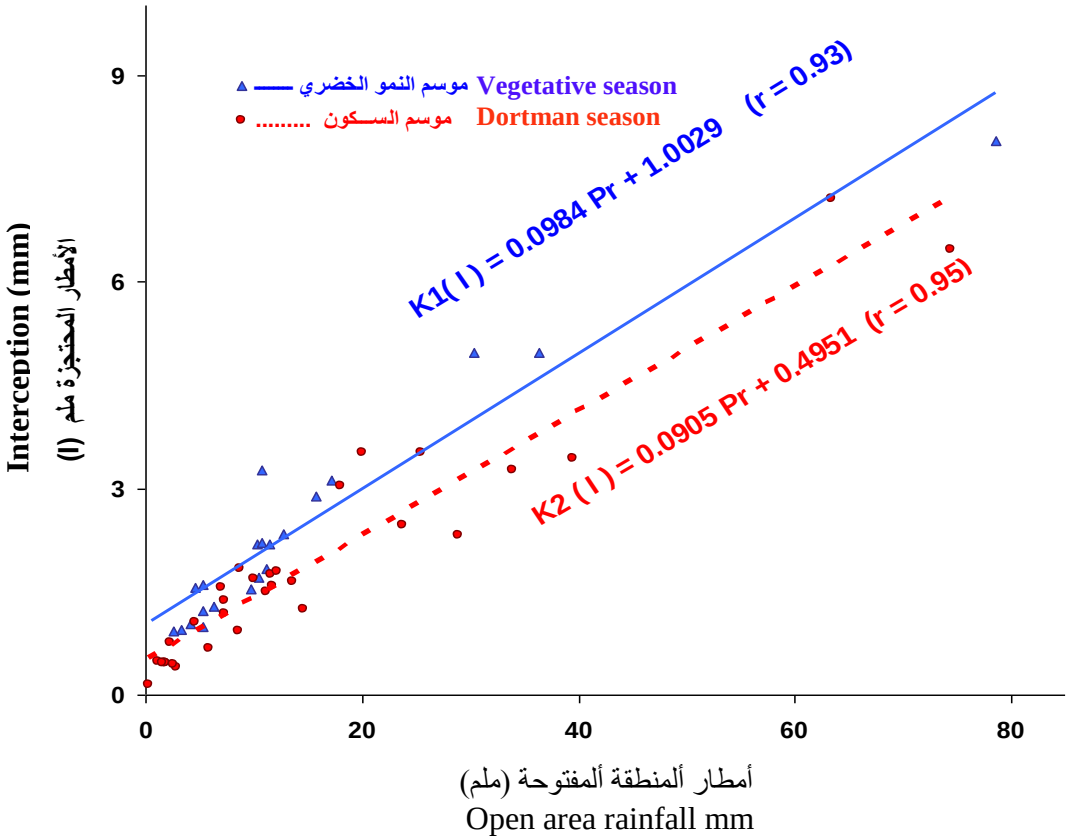
حيث إن

P_r = مقدار الأمطار الساقطة في المنطقة المفتوحة (ملم)

$K_1(I)$ = مقدار الأمطار المحتجزة (ملم) في مشجر الحبة الخضراء لموسم النمو الخضري

$K_2(I)$ = مقدار الأمطار المحتجزة (ملم) في مشجر الحبة الخضراء لموسم السكون.

و الشكل (10) يبين العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والأمطار المحتجزة في موسمي النمو الخضري والسكون. كما تبين من الدراسة أن لحجم وشدة ألعاصفة المطرية تأثير في مقدار الأمطار المحتجزة وفي كلا المشجرين حيث إن النسبة المئوية للأمطار المحتجزة قلت بزيادة مقدار ألعاصفة

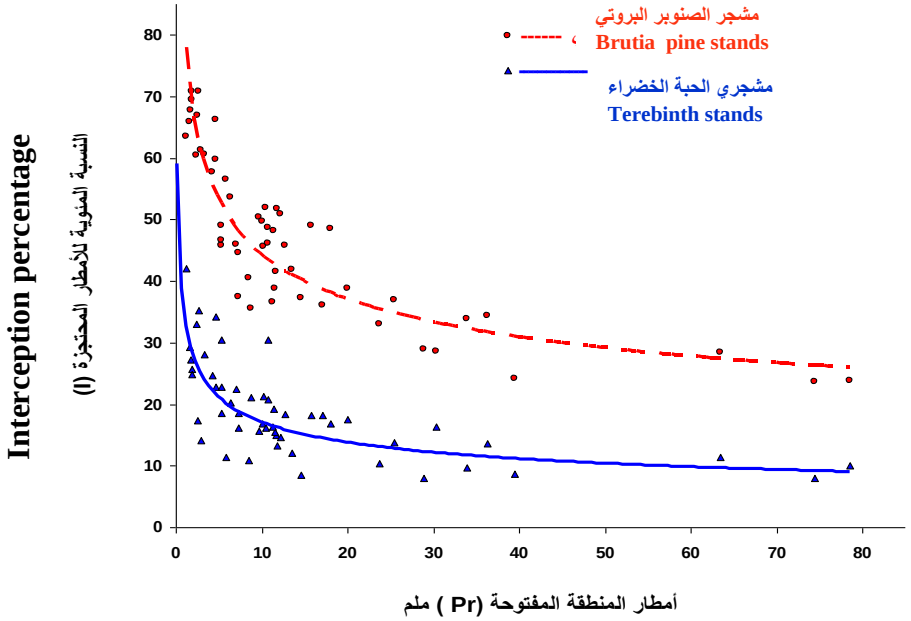


الشكل (10): العلاقة بين امطار المنطقة المفتوحة والامطار المحتجزة في مشجر الحبة الخضراء في موسمي السكون والنمو الخضري

Figure(10): Relationship between open area rainfall and interception in Terebinth stand during vegetative and dormant season

المطرية وكثافتها في المنطقة المفتوحة وكما هو مبين في الشكل (11). ويعود سبب ذلك إلى أن الغطاء التاجي خلال ألعواصف المطرية الخفيفة يحتاج إلى مدة زمنية أطول للوصول إلى حالة التشبع وبالتالي زيادة في مقدار الأمطار المحتجزة. كما نلاحظ من الشكل (11) أن أعلى نسبة مئوية للأمطار المحتجزة لمشجر الصنوبر ألبروتي بلغت 70.9٪ عند ألعاصفة المطرية التي مقدارها 1.84 ملم بتاريخ 2007/3/14 وبشدة مطرية 1 ملم/ساعة في حين بلغت أعلى نسبة لمشجر الحبة الخضراء 42.06٪ عند ألعاصفة المطرية التي مقدارها 1.16 ملم بتاريخ 2007/3/20 و بشدة مطرية 0.58 ملم/ساعة، كما أن أقل نسبة مئوية للأمطار المحتجزة في كلا المشجرين كانت على التوالي 23.64٪ و 8٪ عند ألعاصفة المطرية التي مقدارها 74.42 ملم بتاريخ 2006/12/27 وبشدة مطرية 3.54 ملم/ساعة. كما تبين من الدراسة أن أعلى نسبة مئوية للأمطار المحتجزة الشهرية في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء كانت خلال شهر أيار إذ بلغت 48.25٪ و28.54٪ على التوالي، في حين أن أقل مقدار لهذه النسبة كان خلال شهر كانون الأول إذ بلغت 26.85٪ و10.55٪ على التوالي، وهذا يعزى إلى العوامل المناخية التي تؤثر في الأمطار المحتجزة حيث كان المعدل الشهري للشدة المطرية ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح في شهر أيار 1.36 ملم/ساعة و26.20 م و 53٪ و 2.84 م/ثا على التوالي، في حين كانت القيم لشهر كانون الأول 2.47 ملم/ساعة و7.3 م و78٪ و1.54م/ثا على التوالي. وبصورة عامة تفوقت مقدار الأمطار المحتجزة في مشجر الصنوبر البروتي (283.62ملم) على مشجر الحبة الخضراء(109.91ملم) وهذا يتفق مع Moreno وآخرين (1993) وSilva وRodriguez (2001) حيث ذكروا أن مقدار الأمطار المحتجزة في الأنواع الأبرية

هو أكبر مما هو في الأنواع العريضة الأوراق عندما يكونان في نفس الظروف البيئية. وبينت الدراسة أن مقدار صافي السواقط (ماء الغابة) الواصلة إلى مشجر الحبة الخضراء (670.31) ملم أعلى من مشجر الصنوبر البروتي (496.61) ملم، لأن مقدار احتجاز السواقط في مشجر الحبة الخضراء هو اقل مقارنة مع مشجر الصنوبر البروتي.



الشكل (11): العلاقة بين أمطار المنطقة المفتوحة والنسبة المئوية للامطار المحتجزة في مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء

Figure (11): Relation between open area rainfall (Pr) and interception percentage of Pine and Terebinth stands

QUANTITY OF PRECIPITATION REACHING *Pinus brutia* AND *Pistacia khinjuk* STANDS IN THE AKRA REGION

Ibrahim, I. A Jihad, I. S
Forest Dept., College of Agriculture and Forestry, Mosul Univ ., Iraq
Email:eng_ibrahim1958@yahoo.com

ABSTRACT

This study was conducted at Akra region (36.75° N and 43.88° E) northern Iraq, during 2006 – 2007 water year. The elevation of study area is approximately 766 m above sea level. The average annual precipitation is 720.46 mm and the mean annual temperature is 18.1° C. Interception loss was calculated by measuring gross rainfall, throughfall and stemflow in two forest stands, the first is pine (*Pinus brutia* Ten.) plantation 800 trees per hectare at 28 years old, and the second is Terebinth (*Pistacia khinjuk* Stock.) plantaion, 950 trees per hectare, at 18 years old. Gross rainfall was measured by using five rain gauges (12.5cm) in diameter and one rain gauge recorder

(CASELLA). Throughfall was measured by using 18 rain gauges of (12.5cm) diameter distributed randomly under the canopy of each stand. The stemflow was measured from eight trees selected randomly within each stand. The result indicated that the amount of Throughfall , stemflow and interception in pine and Terebinth stand were (63.31 , 0.34 , 36.35) and (83.55 , 2.36 , 14.09) percent of gross rainfall (780.22 mm) respectively. Regression equations were carried out between rainfall as independent variable and throughfall, stemflow and interception as dependent variables. The study involved the chemistry of precipitation, throughfall and stemflow, The result showed that the concentration of cations and anions increased after the rainfall passed through the canopy and flowed via the bole, the sequence of total cations and anions concentration decreased in the order of: stemflow > throughfall > rainfall.
Keywords : Interception, *Pinus brutia, Pistacia khinjuk,* Akre

Received 28 /3 /2012 Accepted 10/ 9 / 2012

المصادر

Carlyle-Moses, DE. (2004). Throughfall, stemflow, and interception loss fluxes in a semi-arid sierra madre oriental matorral community. *Journal of Arid Environments 58: 180*

Crockford, RH. and DP. Richardson. (1990). Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia *Hydrological Processes 4: 169-188.*

Dezzeo, N. and N. Chancon. (2006). Nutrient fluxes in incident rainfall, throughfall, and stemflow in adjacent primary and secondary forests of the Gran Sabana, southern Venezuela, Centro de Ecologia, Instituto Venezolano de Investigations Scientifics', Apartado 21.827, Caracas 1020-A, Venezuela. *Hydrological Processes 12, 385-400.*

Ford ED. and JD. Deans. (1978). The effects of canopy structure on stemflow, throughfall and interception loss in a young sitka spruce plantation. *Journal of Applied Ecology 15:, 905±917*

Guevara A.; S. Gonzalez and M. Ramos. (2006). Rainfall interceptionand distribution patterns of gross precipitation around an isolated *Ficus benjamina* tree in an urban area. *Journal of Hydrology 333,(2-4).*

Hewlett, J. D. (1982). Principles of Forest Hydrology. University of Georgia Press. Athens, GA.

Jabbori, S. and A. Ibrahim. (1989). Quantity and quality of throughfall and stemflow under pinus pinea in ninevah plantation, Iraq. *Journal Of Water Resources, 8, (2): 41-49*

Liu, W. Y. (2003). Nutrient Cycling In a Montane Moist Evergreen Broad-Leaved Forest (Lithocarpus/Castanopsis association) in Ailao Mountains, Yunnan, Southwestern China..Ph.D. Thesis,Curtin University of Technology

Moreno G.; JF. Gallardo and F. Ingelmo. (1993). Effects on rainfall gradient on tree water consumption and soil fertility on *Quercus pyrenaica* forests in the Sierra de Gata (Spain). *ACTA Geological Hispanica 29: 119-129.*

Nelson, C. (2005). The Forest Water Cycle, FTTS Class Lecture.

Owens, M.; Keith; Robert; K. Lyons and J. Chris (2004) Evaporation and Interception Water Loss From Juniper Communities on the Kerr Wildlife Management Area.Final Report.

Parker, G. (1983). Throughfall, stemflow in forest nutrition. *Advances In Ecological Research, 13: 57-1 33.*

Raev, I. (1986). Some regularities in the interception of forest stands in South East Europe. 18th Iufro World Congress Division. 1 vol. 2 Forest Environment and Silviculture P 520 – 531.

Rasmussen L. and C. Beier. (1987). Improved Methods For Throughfall and Stemflow Collection, Air Pollution Research Report 4, 92–97.

Savenije, H. G. 2004. The importance of interception and why we should delete the term evapotranspiration from our vocabulary.*Hydrological Processes 18: 1507-1511.*

Schowalter, TD. (1999). Throughfall volume and chemistry as affected by precipitation volume, sapling size, and defoliation intensity.*Great Basin Naturalist 59: 79*

Silva IC. and HG. Rodriguez (2001). Interception loss, throughfall and stemflow chemistry in pine and oak forests in northeastern Mexico. *Tree Physiology 21: 1009-1013.*

Stidson, R.T.; C.A. Dickey; J.N. Cape; K.V. Heal and M.R. Heal. (2004). Fluxes of trichloroacetic acid through a conifer forest canopy. *Environmental Science and Technology 38, 1639-1647*

Swank W. T. and L. Reynolds. (1987). Analysis of dry and wet deposition, throughfall, and stemflow event chemistry in a *Pinus strobus* L. plantation.Proceedings of an International Symposium on Acidification and Water Pathways, 2, 127-136.-84.

Wang A.; T. Pei and D. Guan. (2006). Estimation of rainfall Interception By Broad-leaved Korean Pine Forest In Changbai Mountains. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016.