

## نوعية السواقي الكلية والنافذة من تيجان المشاجر المختلفة في محافظة نينوى

إبراهيم أنور إبراهيم  
عمار فخري خضير  
قسم الغابات / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق  
E-mail: eng\_ibrahim1958@yahoo.com

### الخلاصة

هدفت الدراسة الحالية دراسة التركيب الكيماوي للسواقي الرطبة لمدينة الموصل ، حيث تم تحليل السواقي الكلية و النافذة من تيجان خمسة مشاجر هي مشاجر *Populus nigra* ، *Pinus brutia* ، *Platanus occidentalis* ، *Eucalyptus camaldulensis* ، *Cupressus sempervirens* للعواصف المطرية خلال السنة المائية 2011-2012 قدرت بعض الكاتيونات ( $Ca^{+2}$  ,  $Mg^{+2}$  ,  $Na^{+}$  ,  $K^{+}$ ) وبعض الأنيونات  $SO_4^{-2}$  ,  $Cl^{-}$  ,  $HCO_3^{-}$  وخمسة من العناصر الثقيلة هي ( $Zn$  ,  $Cu$  ,  $Fe$  ,  $Mn$  ,  $Pb$ ) اضافة الى قياس التوصيل الكهربائي والاس الهيدروجيني ، أظهرت نتائج الدراسة أن معدل الـ pH لسواقي المنطقة المفتوحة اقترب من الحامضية بينما كانت القيمة قريبة من التعادل للأمطار النافذة من التيجان كما زاد تركيز معظم الكاتيونات والانيونات والعناصر الثقيلة في الأمطار النافذة من التيجان مقارنة مع السواقي للمنطقة المفتوحة.

الكلمات الدالة: السواقي الكلية. كيميائية الأمطار النافذة ، المشاجر.

تاريخ تسلم البحث: 2013/2/21 ، وقبوله: 2013/5/6.

### المقدمة

ان العديد من الأنظمة البيئية الطبيعية المائية منها والأرضية تتأثر بالترسبات من الغلاف الجوي منها المفيدة ومنها المضرة، حيث تصل العناصر الغذائية إلى النظام البيئي الغابي بطريقتين هما الترسيب الجاف (Dry deposition) والترسيب الرطب (Wet deposition) (سليم 2008). أما الترسيب الرطب فيكون عن طريق السواقي (Precipitation) والتي تصل إلى أرض الغابة عن طريق الأمطار النافذة من التيجان (Throughfall) والأمطار الجارية على الساق (Stemflow).

ومن الجدير بالذكر أن مصطلح Bulk precipitation يطلق على مياه الأمطار مع ما ترسب من السواقي الجافة للفترة خلال العواصف المطرية والتي اعتمدت أساسا في هذه الدراسة ويلاحظ أن التركيب الكيماوي للأمطار يتغير بشكل سريع بعد مرورها من خلال الطبقة التاجية لأشجار وشجيرات الغابات ، لذا فإن دراسة وتقدير العناصر في مياه الأمطار والأمطار النافذة والجارية على الساق هي جزء أساسي من دراسة وحساب الموازنة الغذائية ودورة العناصر في الغابات (Richardson و Crockford، 1998)، وتعد الأمطار النافذة والجارية على الساق من المصادر المهمة للعناصر الغذائية في الغابات وان كميتهما تكون ضرورية لتأمين المياه والعناصر الغذائية للأشجار، ولهما أهمية بيئية أيضا نظراً لأن جميع العناصر في هذه المياه تكون على شكل عناصر ذائبة وبخاصة التي تغسل من قبل الأوراق وهي قابلة للامتصاص من قبل النبات وتكون متيسرة للكائنات الدقيقة في أرض الغابة.

تستخدم الأمطار النافذة بشكل واسع في الدراسات التي لها علاقة بحساب الرواسب (deposition) لأنه يمكن من خلالها معرفة المجموع الكلي للرواسب التي تصل إلى أرض الغابة والعناصر التي تشترك في التفاعلات الحامضية مثل مركبات الكبريت والنتروجين. لذا فان تحليل الأمطار النافذة والجارية على الساق تكون ذات أهمية لدراسة ومراقبة التلوث الجوي من خلال قابلية الغطاء الغابي العالية على مسك الدقائق من الغلاف الجوي. إن ما يشجع على استخدام الأمطار النافذة في حسابات الرواسب الجوية ومراقبة التلوث هو سهولة إجرائها وأنها قليلة الكلفة نسبياً (Xiao وآخرون، 2000). إن مثل هذه الدراسات لا تتم إلا بعد إجراء دراسة هيدرولوجية للمشاجر والغابات. فالأمطار التي تسقط على أية غابة تتجزأ إلى عدة مكونات وهي تعد من العناصر الرئيسية للموازنة المائية في الغابات.

### مواد البحث وطرقه

تم استخدام اوعية بلاستيكية والتي مساحتها فوهتها (43) سم<sup>2</sup> لجمع مياه الامطار النافذة (Throughfall) من تيجان المشاجر الخمسة وواقع خمسة اوعية لكل مشجر حيث تم قياس كمية الامطار النافذة من التيجان مباشرة بعد توقف سقوط الامطار واستبدال الاوعية باخرى نظيفة ومغسولة بالماء المقطر، اما بالنسبة لسواقات المنطقة المفتوحة فقد تم جمعها بواسطة ثلاثة اوعية بمساحة فوهة الواحد منها (43) سم<sup>2</sup> اضافة الى استخدام اوعية بلاستيكية مساحتها فوهتها (200) سم<sup>2</sup> لجمع مياه كافية لغرض التحليل. و جلبت عينات المياه الى المختبر لغرض التحليل الكيماوي، وقد شملت التحاليل الكيماوية الأيونات الرئيسية، حيث استخدم محلول Na<sub>2</sub>(EDTA) لتقدير الكالسيوم والمغنيسيوم، كما استخدم جهاز (Flame photometer) في تقدير ايوني الصوديوم و البوتاسيوم وقدر ايون الكلوريد بالتسحيح مع نترات أفضه في حين قدرت الأليكاربونات بالمعايرة ضد محلول قياسي من حامض الكبريتيك (0.01N) كما استخدمت ألكدره لتقدير ألكبريتات واستخدم جهاز Conductivity meter لقياس التوصيل الكهربائي وجهاز pH meter لقياس ألس الهيدروجيني، اما العناصر الثقيلة فتم قياسها بواسطة جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (Atomic absorption spectrophotometer) وحلت نتائج التحليل الكيماوي احصائيا باستخدام البرنامج الاحصائي SAS وتم تحليل التباين حسب التصميم العشوائي الكامل (CRD)

### النتائج والمناقشة

بلغ مقدار السواقات خلال فترة الدراسة (214) ملم وكان مقدار الامطار الشهرية (84 ، 0.5 ، 2 ، 9.5 ، 9.5 ، 18 ، 36.5 ، 54) ملم للأشهر (نيسان ، حزيران ، تشرين اول ، تشرين الثاني ، كانون الاول) في عام 2011 والأشهر (كانون الثاني ، شباط ، اذار) للعام 2012 على التوالي.

**الكالسيوم Ca<sup>2+</sup>**: أظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين المشاجر المختلفة والمنطقة المفتوحة من حيث تركيز الكالسيوم في مياه الامطار عند مستوى احتمال 5% ، كما تبين من اختبار دنكن الجدول (1) وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الكالسيوم في مياه امطار المنطقة المفتوحة (16) ملغم/لتر والتي اعطت اقل القيم معنويا مقارنة مع مياه الامطار النافذة في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والقوغ والسرو والتي بلغت 36.0 ، 27.2 ، 66.8 ، 32.0 ، 45.2 ملغم/لتر على التوالي ويعود السبب في ذلك لغسل العنصر من الاتربة العالقة في اوراق الاشجار اضافة الى ما يغسل من الانسجة النباتية نفسها وهذا ما اكده Ganor و Mamane (1982) اللذين اشارا الى أن تركيز الغبار الجوي في مناطق الشرق الاوسط يتراوح ما بين 30 – 60 مكغم/م<sup>3</sup> ، ولكنه يرتفع فجأة أثناء هبوب العواصف الترابية ليصل إلى 500 مكغم/م<sup>3</sup> وتمتاز هذه الدقائق بكونها غنية بمركبات الكالسيوم واتفقت هذه النتيجة مع ما اورده الباحث Zhang وآخرون (2007) في دراستهم على التركيب الكيماوي للامطار في المنطقة المفتوحة والنافذة في الغابات المختلطة في وسط الصين الشرقية حيث لوحظ زيادة في تركيز الكالسيوم في الامطار النافذة مقارنة مع امطار المنطقة المفتوحة. كما اختلفت المشاجر فيما بينها معنويا عند مستوى احتمال 5% حيث لوحظ تفوق مشجر الجنار على جميع المشاجر الاخرى من حيث تركيز الكالسيوم في الامطار النافذة ويعود السبب في هذا الاختلاف لموقع مشجر الجنار المفتوح على الجهة الشمالية لغابة نينوى مما قد يجعل هذا المشجر عرضا للرياح المحملة بدقائق الغبار الغنية بهذا العنصر اكثر من باقي المشاجر الواقعة في وسط وعمق الغابة وكذلك طبيعة سطح الاوراق. اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده سليم (2008) في دراسته على مقدار ونوعية السواقات الواصلة الى مشجر الصنوبر البروتي والحنة الخضراء في قضاء عقرة وكذلك مع الباحثة الدوسكي (2012) التي وجدت زيادة تركيز الكالسيوم بعد نفاذ مياه الامطار من تيجان اشجار الصنوبر البروتي في غابات زاوية حيث بلغ معدل التركيز للمنطقة المفتوحة والامطار النافذة للمشاجر الطبيعية 28.6 ، 66.2 ملغم/لتر على التوالي ، اما النافذة من المشاجر الصناعية فبلغ المعدل 46.6 ملغم/لتر. وحيث ان صافي التدفق ونسب الترسيب تعطينا معلومات حول مدى تأثير تاج الغابة على كيميائية مياه الامطار وهي مهمة للمقارنة بين الغابات المختلفة. ويظهر من (الجدول 2) ان نسبة تركيز عنصر الكالسيوم في الامطار النافذة الى امطار المنطقة المفتوحة بلغت 2.2 ، 1.7 ، 4.1 ، 2 ، 2.8 في حين بلغ صافي التدفق 20 ، 11.2 ، 50.8 ، 16 ، 29.2 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والقوغ والسرو على التوالي. ويتضح من (الجدول 3) ان اعلى مقدار للكالسيوم الواصل الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة بلغ 128.51 كغم/هكتار في مشجر الجنار في حين كان اقل مقدار في المنطقة المفتوحة بلغ 34.24 كغم/هكتار اما باقي المشاجر فقد بلغ مقدار الكالسيوم الواصل الى ارض الغابة

فيها 37.7 ، 50.3 ، 56.8 ، 64.1 كغم/هكتار وذلك لمشاجر الصنوبر واليوكالبتوس والقوغ والسرو على التوالي.

**المغنيسيوم Mg+2:** اشارت نتائج جدول تحليل التباين الى وجود فروقات معنوية من حيث تركيز المغنيسيوم تحت المشاجر المختلفة والمنطقة المفتوحة وتبين من اختبار دنكن (الجدول 1) ان متوسطات تركيز المغنيسيوم للامطار النافذة في مشاجر السرو والجنار قد تقوفا معنويا على مشاجر اليوكالبتوس والقوغ والصنوبر البروتي والتي لم تختلف فيما بينها معنويا عند مستوى احتمال 5% حيث كان معدل تركيزه في مشجري السرو والجنار 35.8 و 30.6 ملغم/لتر على التوالي ، اما لباقي المشاجر فقد بلغ 21.7 و 19.3 و 18.7 ملغم/ لتر لمشاجر اليوكالبتوس والقوغ والصنوبر على التوالي ، ان الاختلاف في تركيز المغنيسيوم في الامطار النافذة باختلاف المشاجر يعود الى الاختلاف في مواقع المشاجر من حيث البعد والقرب عن مركز الغابة بالاضافة الى اختلاف الاشجار في قابليتها على مسك انواع الملوثات حسب التركيب الخارجي للورقة ، فالاوراق الحرشية للسرو واحتواء اوراق الجنار على الترايكمات زاد من قابليتها على مسك انواع مختلفة من الملوثات خلافا لباقي الانواع اضافة الى الاختلاف في الكثافة التاجية وارتفاع الاشجار اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Tom (2003) في دراسته على مقدار العناصر الذائبة في مياه الامطار النافذة في مشجري التنوب والزان والذي عزي الاختلاف في تراكيزها لامتلاك الزان مساحة سطحية اكبر للتبخر نتج والذي يوفر مساحة سطحية اكبر للغسل. اما المنطقة المفتوحة فقد اعطت اقل القيم معنويا لتركيز المغنيسيوم 9.5 ملغم/لتر وذلك لقلّة التربة المغسولة مع مياه الامطار مقارنة مع ما هو مغسول من اوراق الاشجار وقد اقتربت هذه القيمة من الدراسة التي جرت في مدينة Colaba في الهند حيث بلغ تركيز عنصر المغنيسيوم في مياه الامطار 6.64 ملغم/لتر (Khemani واخرون 1989). ويلاحظ من (الجدول 2) ان نسبة تركيز عنصر المغنيسيوم في الامطار النافذة الى امطار المنطقة المفتوحة بلغت 2.2 ، 1.9 ، 3.1 ، 2.0 ، 3.7 في حين بلغ صافي التدفق 12.1 ، 9.1 ، 21.0 ، 9.7 ، 26.2 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والقوغ والسرو على التوالي. ويظهر (الجدول 3) ان اعلى مقدار للمغنيسيوم الواصل الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة بلغ 58.9 كغم/هكتار في مشجر الجنار في حين كان اقل مقدار في المنطقة المفتوحة 20.5 كغم/هكتار ، اما باقي المشاجر فقد بلغ مقدار المغنيسيوم الواصل الى ارض الغابة فيها 26.0 ، 30.3 ، 34.3 ، 50.8 كغم/هكتار في مشاجر الصنوبر واليوكالبتوس والقوغ والسرو على التوالي.

**الصوديوم Na<sup>+</sup>:** وهو من المصادر القلوية الموجودة في المياه الطبيعية ومعظم الصوديوم قابل للذوبان في الماء ويوجد في المياه الطبيعية بكميات قليلة وتزداد هذه النسبة بشكل كبير في مياه البحر وله تأثير ضار على التربة والنبات ، وتشير معظم الابحاث الى ان المصدر الرئيسي للصوديوم في مياه الامطار هو من الرذاذ البحري (Ocean spray) المنقول مع السحب فضلا عن تأثير النشاطات الانسانية والعواصف الترابية وعمليات حرق النفايات الزراعية والفضلات المدنية الصلبة (Lin وآخرون، 1999). وظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5% بين تركيز الصوديوم للامطار النافذة للمشاجر المختلفة والمنطقة المفتوحة وأظهرت نتائج اختبار دنكن (الجدول 1) وجود فروقات معنوية بين المشاجر لتركيز الصوديوم في الامطار النافذة حيث بلغت اعلى قيمة في مشجر الصنوبر البروتي 10.5 ملغم/لتر في حين كانت اقل قيمة في مشجر القوغ 4.0 ملغم/لتر بينما لم يختلف مشجر اليوكالبتوس عن مشجر السرو معنويا عند مستوى احتمال 0.05 حيث بلغ معدل التركيز للمشجرين 8.8 ، 8.0 ملغم /لتر على التوالي اما مشجر الجنار فقد بلغ تركيز الصوديوم في امطاره النافذة 5.5 ملغم/لتر وقد اختلف معنويا عن المشاجر الاخرى وقد يعود هذا الاختلاف للتباين الكبير في حجم المساحة الورقية تبعا للكثافة التاجية للمشاجر واتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Staelens واخرون (2003) في الدراسة التي اجريت في شيلي حيث لوحظ اختلاف في تراكيز الصوديوم الواصلة الى مشجري *Nothofagus oliqua* و *Fagus sylvatica* ، كما اختلفت جميع المشاجر معنويا مع المنطقة المفتوحة والذي بلغ التركيز فيها 1.6 ملغم /لتر واتفقت هذه النتيجة مع الدوسكي (2012) التي وجدت زيادة تركيز الصوديوم في الامطار النافذة من تيجان الصنوبر البروتي والتي بلغ 11.1 ملغم/ لتر مقارنة مع 7.1 للمنطقة المفتوحة في زاويتنا كما تتفق مع ما اورده Zhang واخرون (2007) في دراستهم للتركيب الكيماوي للامطار والامطار النافذة للغابات المختلطة في وسط الصين حيث لاحظوا زيادة هذا العنصر بعد نفاذه الى داخل الغابة. ويشير (الجدول 2) الى ان نسبة تركيز عنصر الصوديوم في الامطار النافذة الى امطار المنطقة المفتوحة بلغت 5.5 ، 6.5 ، 3.4 ، 2.5 ، 5.0 في حين بلغ صافي التدفق 7.2 ، 8.8 ، 3.9 ، 2.4 ، 6.4 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والقوغ والسرو على التوالي.

الجدول (1): معدل تركيز الايونات (ملغم/لتر) وقيم الـ pH و EC لمياه سواقي المنطقة المفتوحة والنافذة من تيجان المشاجر المختلفة  
Table (1): Mean ionic concentration (mg/L) , pH and EC of bulk precipitation and throughfall in different forest stands .

E.C $\mu$ mohs/c مايكروموز/سم	pH	الانيونات Anions			الكاتيونات Cations				المشجر (Stand)
		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	
483.6b	7.1ab	23.9a	120.0b	153.5b	15.4b	8.8b	21.7b	36.0c	مشجر اليوكالبتوس <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
763.2b	6.9b	18.8b	148.9a	223.3a	22.9a	10.5a	18.7b	27.2d	مشجر الصنوبر البروتي <i>Pins brutia</i>
452.2b	7.1ab	10.9c	70.5c	99.5c	10.9bc	5.5c	30.6a	66.8a	مشجر الجنار <i>Platanus occidentalis</i>
302.4c	7.3a	4.9d	79.7c	95.1c	6.7c	4.0d	19.3b	32.0cd	مشجر القوغ <i>Populus nigra</i>
562.0b	7.1ab	5.9c	158.0a	130.0b	11.9b	8.0b	35.8a	45.20b	مشجر السرو Var horizontalis <i>Cupressus sempervirens</i>
145.2 d	6.0c	2.4d	7.6d	91.5c	2.2d	1.6 c	9.5c	16.0e	المنطقة المفتوحة Open area

المتوسطات التي تحمل نفس الحروف ضمن العمود الواحد لا تختلف معنويًا عند مستوى احتمال (P < 0.05)

Note : Same Letters indicate samples which are not significantly different (P < 0.05 ) within a column using Duncans test .

الجدول (2) : نسبة التركيز وصافي التدفق للكاتيونات والانيونات في مياه الامطار النافذة من تيجان الاشجار

Table (2) : Concentration ratio (T/P) and net flux (T-P) of cations and anions in bulk precipitation (P) and throughfall (T)

الانيونات Anions			الكاتيونات Cations				المشاجر Stands	
Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>		
2.4	7.6	91.5	2.2	1.6	9.5	16.0	امطار المنطقة المفتوحة (P) mg/L	
23.9	120	153.5	15.4	8.8	21.7	36.0	الامطار النافذة (T) mg/L	مشجر اليوكالبتوس <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
9.6	15.6	0.5	6.9	5.5	2.6	2.2	نسبة ( T / P )	
21.4	112.3	62.0	13.2	7.2	12.1	20	صافي التدفق ( T-P ) mg/L	مشجر الصنوبر البروتي <i>Pins brutia</i>
18.8	148.9	223.3	22.9	10.5	18.7	27.2	الامطار النافذة (T)	
7.6	19.4	2.4	10.3	6.5	1.9	1.7	نسبة ( T / P )	مشجر الجنار <i>Platanus occidentalis</i>
16.4	141.2	131.8	20.7	8.8	9.1	11.2	صافي التدفق ( T-P )	
10.9	70.5	99.5	10.9	5.5	30.6	66.8	الامطار النافذة (T)	مشجر القوغ <i>Populus nigra</i>
4.4	9.2	1.0	4.9	3.4	3.1	4.1	نسبة ( T / P )	
8.4	62.8	8.0	8.7	3.9	21.0	50.8	صافي التدفق ( T-P )	مشجر السرو <i>Cupressus sempervirens</i>
4.9	79.7	95.1	6.7	4.0	19.3	32.0	الامطار النافذة (T)	
2	10.4	1.0	3.0	2.5	2.0	2	نسبة ( T / P )	صافي التدفق ( T-P )
2.4	72.0	3.6	4.4	2.4	9.7	16	الامطار النافذة (T)	
5.9	158	130.0	11.9	8.0	35.8	45.2	نسبة ( T / P )	صافي التدفق ( T-P )
2.4	20.6	1.4	5.3	5	3.7	2.8	الامطار النافذة (T)	
3.5	150.3	38.5	9.6	6.4	26.2	29.2	صافي التدفق ( T-P )	

الجدول (3): التدفق للكاتيونات والانيونات (كغم/هكتار) للسواظ الكلية والنافذة للمشاجر المختلفة خلال فترة الدراسة

Table (3): Annual fluxes of cations and anions (Kg ha<sup>-1</sup>) in bulk precipitation(R)and throughfall (T) in different forest stands

Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	المشاجر Stands
33.4	256.8	214.6	21.6	12.4	30.3	50.3	مشجر اليوكالبتوس (T) <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
26.2	318.6	310.2	31.8	14.5	26.0	37.7	مشجر الصنوبر البروتي (T) <i>Pins brutia</i>
21.0	150.8	191.5	21.1	10.6	58.9	128.5	مشجر الجنار (T) <i>Platanus occidentalis</i>
8.8	170.5	169.0	11.9	7.2	34.3	56.8	مشجر القوغ (T) <i>Populus nigra</i>
8.5	338.1	184.7	16.9	11.4	50.8	64.1	مشجر السرو (T) <i>Cupressus sempervirens</i>
5.3	16.3	195.8	4.7	3.4	20.5	34.2	المنطقة المفتوحة (R) Open area

ويتضح من (الجدول 3) ان اعلى مقدار للصدويوم الواصل الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة بلغ 14.59 كغم/هكتار في مشجر الصنوبر في حين كان اقل مقدار في المنطقة المفتوحة بلغ 3.4 كغم/هكتار اما باقي المشاجر فقد بلغ مقدار الصدويوم الواصل الى ارض الغابة فيها 7.2 ، 10.6 ، 11.4 ، 12.4 كغم/هكتار في مشاجر القوغ والجنار والسرو واليوكالبتوس على التوالي.

**البوتاسيوم  $K^+$ :** وهو من العناصر القلوية (Alkali metal) وتتباين نسبته في المياه تبعاً لمصدر هذه المياه وغالباً ما تكون المعادن الحاوية على عنصر البوتاسيوم مقاومة للظروف البيئية وقد اظهرت الدراسة وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5% من حيث تركيز البوتاسيوم للامطار النافذة وامطار المنطقة المفتوحة ، ويشير (الجدول 1) الى تفوق تركيز العنصر في مشجر الصنوبر البروتي على باقي المشاجر حيث بلغ تركيزه 22.9 ملغم/لتر مقارنة مع مشجر القوغ الذي بلغ تركيزه 6.7 ملغم/لتر والاخير لم يختلف معنوياً عن مشجر الجنار البالغ 10.9 ملغم/لتر والذي بدوره لم يختلف معنوياً مع الامطار النافذة لمشجري اليوكالبتوس والسرو والبالغ تركيز العنصر فيها 15.4 ملغم/لتر و 11.9 ملغم/لتر على التوالي ، اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده سليم (2008) في دراسته على نوعية السواقي النافذة من مشجري الصنوبر البروتي والحبة الخضراء في قضاء عقرة والتي اشار فيها الى اختلاف كمية البوتاسيوم المترسب تبعاً لاختلاف نوع المشجر ومع الدوسكي (2012) التي وجدت زيادة لتركيز البوتاسيوم في الامطار النافذة من تيجان اشجار الصنوبر البروتي الى 16.9 ملغم/لتر مقارنة مع 5.4 ملغم/لتر للمنطقة المفتوحة. اما اقل التراكم فكانت للمنطقة المفتوحة 2.2 ملغم/لتر وقد اختلف معنوياً مع جميع التراكمات في الامطار النافذة في المشاجر المدروسة واتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Liu (2003) في دراسته على الامطار النافذة في الغابات الرطبة دائمة الخضرة في جنوب غرب الصين والذي اشار فيها الى زيادة تركيز عنصر البوتاسيوم في الامطار النافذة على امطار المنطقة المفتوحة. اما (الجدول 2) فقد اشار الى ان نسبة تركيز البوتاسيوم في الامطار النافذة الى امطار المنطقة المفتوحة بلغت 6.9 ، 10.3 ، 4.9 ، 3.0 ، 5.3 في حين بلغ صافي التدفق 13.2 ، 20.7 ، 8.7 ، 4.4 ، 9.6 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والقوغ والسرو على التوالي. ويتضح من (الجدول 3) ان اعلى مقدار للبوتاسيوم الواصل الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة بلغ 31.8 كغم/هكتار في مشجر الصنوبر في حين كان اقل مقدار في المنطقة المفتوحة بلغ 4.7 كغم/هكتار اما باقي المشاجر فقد بلغ مقدار البوتاسيوم الواصل الى ارض الغابة فيها 21.6 ، 21.1 ، 16.9 ، 11.9 كغم/هكتار في مشاجر اليوكالبتوس والجنار والسرو والقوغ على التوالي.

**البيكاربونات  $HCO_3^-$ :** تشير نتائج التحليل الاحصائي واختبار دنكن (الجدول 1) الى وجود فروقات معنوية بين المشاجر من حيث تركيز البيكاربونات حيث بلغت اعلى قيمة 223.3 ملغم/لتر في مشجر الصنوبر البروتي وبذلك تفوق هذا المشجر معنوياً على جميع المشاجر الاخرى عند مستوى احتمال 0.05 واقل قيمة في مشجر القوغ 95.1 ملغم/لتر والتي لم تختلف معنوياً مع مشجر الجنار البالغ تركيزه 99.5 ملغم/لتر، اما مشجري اليوكالبتوس والسرو فلم يختلفا معنوياً فيما بينهما وكان تركيزهما 153.5 ملغم/لتر و 130.0 ملغم/لتر على التوالي وقد يعود السبب في عدم التباين بين مشجري الجنار والقوغ لكونهما من الانواع متساقطة الاوراق اما مشجري اليوكالبتوس والسرو فهما من الانواع دائمة الخضرة مما يجعل هناك تباين في الكثافة التاجية تبعاً لفصول السنة ، اما امطار المنطقة المفتوحة فقد بلغ تركيز ايون البيكاربونات 91.5 ملغم/لتر والذي اختلف معنوياً عن الامطار النافذة في مشاجر الصنوبر البروتي واليوكالبتوس والسرو في حين لم تختلف معنوياً عن مشجري الجنار والقوغ وذلك للفتحات الكبيرة في المظلة التاجية تبعاً لفصول السنة ولكون النوعين هما متساقطة الاوراق واتفقت هذه النتيجة مع ما اورده King واخرون (2003) في دراستهم على مدى استجابة بيئات الغابات للتلوث من الترسيب الجوي في شمال تايوان من خلال الامطار النافذة ومقارنتها مع مقدار الترسيب للبيكاربونات في امطار المنطقة المفتوحة حيث بلغ في المنطقة المفتوحة 10.6 كغم/هكتار/سنة مقارنة مع الامطار النافذة والجارية على الساق والبالغة 98.5 كغم/هكتار/سنة. ويتضح من (الجدول 2) ان نسبة تركيز البيكاربونات في الامطار النافذة الى امطار المنطقة المفتوحة بلغت 0.5 ، 2.4 ، 1.0 ، 1.0 ، 1.4 في حين بلغ صافي التدفق 62.0 ، 131.8 ، 8.0 ، 3.6 ، 38.5 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والقوغ والسرو على التوالي. كما يبين (الجدول 3) ان اعلى مقدار للبيكاربونات الواصل الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة بلغ 310.2 كغم/هكتار في مشجر الصنوبر في حين كان اقل مقدار في مشجر القوغ 169.0 كغم/هكتار اما باقي المشاجر فقد بلغ مقدار البيكاربونات الواصل الى ارض الغابة فيها 184.7 ، 191.5 ، 214.6 كغم/هكتار في مشاجر السرو والجنار واليوكالبتوس على التوالي مقارنة مع ، 195.8 كغم/هكتار للمنطقة المفتوحة.

**الكبريتات  $SO_4^{-2}$ :** تشير نتائج التحليل الاحصائي واختبار دنكن Duncan (جدول 1) الى وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 0.05 بين تركيز الكبريتات تحت المشاجر المختلفة والمنطقة المفتوحة ، حيث كانت اعلى قيمة في مشاجر السرو 158 ملغم/لتر والصوبر البروتي 148.9 ملغم/لتر والتي لم تختلف فيما بينها معنويا في حين تفوقت معنويا على المشاجر الاخرى حيث كانت اقل قيمة في مشجر الجنار 70.5 ملغم/لتر والذي لم يختلف معنويا مع مشجر القوغ 79.7 ملغم/لتر ، اما تركيز الكبريتات في مشجر اليوكالبتوس 120 ملغم/لتر فقد اختلف معنويا عن جميع المشاجر السابقة ، اما المنطقة المفتوحة فقد كان لها اقل المقادير من حيث تركيز الكبريتات 7.6 ملغم/لتر وقد اختلفت وبشكل معنوي عن كافة التراكييز في الامطار النافذة ولجميع المشاجر ، فغالبا ما يحصل تغيير في كيميائية مياه الامطار بعد نفاذها من تيجان اشجار الغابات وبخاصة في المناطق التي تزيد فيها الترسبات الجوية الجافة وانفتحت هذه النتيجة مع ما اورده Zhang وآخرون (2007) في دراستهم للتركيب الكيميائي لمياه الامطار النافذة من تيجان الاشجار وامطار المنطقة المفتوحة حيث بلغت 118.2 ملغم/لتر في حين زادت في مياه الامطار النافذة لتصل الى 208.9 ملغم/لتر كما اتفقت مع ما اورده EI-Gammal وآخرون (2008) في دراستهم على الترسيب الرطب في مدينة دمياط في مصر حيث بلغ معدل تركيز الكبريتات 235.5 ، 242.4 ملغم/ لتر للاعوام (2005، 2006) على التوالي. ويتضح من (الجدول 2) ان نسبة تركيز ايون الكبريتات في الامطار النافذة الى امطار المنطقة المفتوحة بلغت 15.6 ، 19.4 ، 9.2 ، 10.4 ، 20.6 ، في حين بلغ صافي التدفق 112.3 ، 141.2 ، 62.8 ، 72.0 ، 15.3 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والقوغ والسرو على التوالي. ويتضح من (الجدول 3) ان اعلى مقدار للكبريتات الواصلة الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة بلغت 338.6 كغم/هكتار في مشجر الجنار في حين كان اقل مقدار في المنطقة المفتوحة بلغ 16.37 كغم/هكتار اما باقي المشاجر فقد بلغ مقدار الكبريتات الواصلة الى ارض الغابة فيها 318.6 ، 256.8 ، 170.5 ، 150.8 كغم/هكتار في مشاجر الصنوبر واليوكالبتوس والقوغ والجنار على التوالي.

**الكلوريد  $Cl^-$ :** اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية من حيث تركيز الكلوريد لمياه الامطار النافذة من تيجان المشاجر المختلفة والمنطقة المفتوحة وقد تبين من اختبار دنكن (الجدول 1) تفوق مشجر اليوكالبتوس والذي اختلف معنويا عن باقي المشاجر حيث بلغ تركيز الكلوريد فيه 23.9 ملغم/لتر في حين كانت اقل قيمة في مشجر القوغ 4.9 ملغم/لتر اما تركيز الايون في مشجر الصنوبر البروتي فقد كانت قيمته 18.8 ملغم/لتر والذي اختلف معنويا عن جميع المشاجر في الدراسة اما مشجري الجنار والسرو فلم يختلفا فيما بينهما معنويا وقد بلغ تركيز الايون فيهما 10.9 ملغم/لتر و 5.9 ملغم/لتر على التوالي اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Flavio وآخرون (2002) في دراستهم على الترسيب الجوي لاربع غابات في ايطاليا بعد مرور مياه الامطار من خلال الغطاء التاجي والذي عزي فيه اختلاف تركيز الكلوريد الى اختلاف البعد عن مصدر العنصر وهو البحر. اما المنطقة المفتوحة فقد اختلفت معنويا عن باقي المشاجر عدا مشجر القوغ 4.9 ملغم/لتر والذي لم يختلف عنه معنويا بسبب قلة الكثافة التاجية لمشجر القوغ وسقوط اوراقها اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Stachurski و Zimka (2000) في دراستهما للامطار النافذة حيث لوحظ زيادة تركيز الكلوريد في الامطار النافذة بعد مرورها من خلال تيجان الاشجار. ومن (الجدول 2) يتبين ان نسبة تركيز ايون الكلوريد في الامطار النافذة الى امطار المنطقة المفتوحة بلغت 9.6 ، 7.6 ، 4.4 ، 2 ، 2.4 ، في حين بلغ صافي التدفق 21.4 ، 16.4 ، 8.4 ، 2.4 ، 3.5 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والقوغ والسرو على التوالي. ويتضح من (الجدول 3) ان اعلى مقدار للكلور الواصل الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة بلغ 33.4 كغم/هكتار في مشجر اليوكالبتوس في حين كان اقل مقدار في المنطقة المفتوحة بلغ 5.3 كغم/هكتار اما باقي المشاجر فقد بلغ مقدار الكلور الواصل الى ارض الغابة فيها 8.5 ، 8.8 ، 21.0 ، 26.2 كغم/هكتار في مشاجر السرو والقوغ والجنار والصنوبر على التوالي.

**الاس الهيدروجيني pH:** يشير تحليل التباين واختبار دنكن Duncan (الجدول 1) الى وجود فروقات معنوية ما بين قيم الـ pH في امطار المنطقة المفتوحة 6.06 وقيمته في الامطار النافذة تحت المشاجر المختلفة والتي بلغت مقاديرها 7.3 ، 7.1 ، 7.1 ، 7.1 ، 6.9 في مشاجر القوغ واليوكالبتوس والسرو والجنار والصنوبر البروتي على التوالي وقد يعود السبب في ذلك الى نوعية العوالق المغسولة من تيجان الاشجار من تاثير العواصف الترابية التي تعمل على رفع قيمة الـ pH لمياه الامطار لأحتواءها على تراكييز عالية من الكايتونات القاعدية مثل  $(Ca^{+2}$  ،  $Mg^{+2})$  وهذا ما اكده Ganor و Mamane (1982) ، واتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Juknys و Gaidyte (2006) من حيث زيادة قيمة الـ pH للامطار النافذة بسبب التبادل بين  $H^+$  مع بعض الكايتونات مثل  $K^+$  و  $Mg^{+2}$  ، اما المشاجر فيما بينها فلم تختلف معنويا في مشاجر (اليوكالبتوس والجنار

والقوغ والسرو) ومشاجر (اليوكالبتوس والصنوبر البروتي والجنار والسرو) في حين اختلف معنويا مشجري القوغ والصنوبر البروتي وقد يعود السبب في هذا لكون قدرة الغطاء التاجي للصنوبر على مسك الملوثات الجوية والمرسبات الحامضية هي اكبر ، كما اتفقت نتائج هذه الدراسة مع النتائج التي توصل اليها Zahang و Liang (2012) عندما لاحظا زيادة pH الامطار بعد نفاذها من تيجان اشجار الغابات في جبال Qinling في الصين بمقدار 0.54 كما لاحظا الباحثان ان تاثير التاج على الـ pH يقل بعد موسم سقوط الامطار.

**الاصلية الكهربائية EC:** اشار جدول تحليل التباين واختبار دنكن (الجدول 1) الى وجود فروقات معنوية بين قيم التوصيل الكهربائي للامطار النافذة وامطار المنطقة المفتوحة حيث بلغت اعلى قيمة في مشجر الصنوبر البروتي 763.2 مايكروموز/سم وتفوقت معنويا عند مستوى احتمال 5% على جميع المشاجر الاخرى وقد يعود السبب في ذلك الى زيادة تركيز البيكاربونات والكبريات والبيوتاسيوم والصوديوم فيه الذي تفوقت معنويا على جميع المشاجر الاخرى في حين كانت اقل قيمة في امطار المنطقة المفتوحة 145.2 مايكروموز/سم بينما لم يكن هناك فرق معنوي بين مشاجر اليوكالبتوس والجنار والسرو حيث بلغ معدل التوصيل الكهربائي للمشاجر الثلاثة على التوالي 483.6 ، 452.2 ، 562 مايكروموز/سم اما اقل القيم معنويا فكان لمشجر القوغ والذي بلغت قيمة التوصيل الكهربائي لامطاره النافذة 302.4 مايكروموز/سم وقد يعود الارتفاع في قيم التوصيل الكهربائي بالدرجة الاساس الى زيادة الاملاح الذائبة وقد عزي الباحث طليع (2006) زيادة قيم التوصيل الكهربائي في فصل الربيع الى كثرة العواصف الترابية التي تتعرض لها المنطقة بالآونة الاخيرة اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده سليم (2008) من زيادة قيم التوصيل الكهربائي للامطار النافذة من تيجان اشجار الصنوبر البروتي والحبية الخضراء في قضاء عقرة ومع الدوسكي (2012) حيث وجدت زيادة التوصيل الكهربائي للامطار النافذة في تيجان الصنوبر البروتي في الغابات الطبيعية والمشاجر الصناعية في زاويتا بشمال العراق.

**الحديد  $Fe^{+3}$ :** اظهرت نتائج التحليل الاحصائي لاختبار دنكن (الجدول 4) ان متوسط تركيز الحديد للامطار النافذة في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والقوغ قد تفوقت معنويا على مشجري الجنار والسرو والذان لم يختلفا فيما بينها معنويا عند مستوى احتمال 5% حيث كان معدل تركيزه في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والقوغ 1.37 ، 1.24 ، 1.32 ملغم/لتر على التوالي اما مشجري الجنار والسرو فقد بلغ 0.27 ، 0.07 ملغم/لتر في حين كان تركيزه في المنطقة المفتوحة 0.01 ملغم/لتر وقد تفوقت قيم تركيز العنصر في الامطار النافذة تحت المشاجر في دراستنا عما اورده Zhang و Liang (2012) في دراستهم التي جرت في جبال Qinling في الصين على غابات البلوط والصنوبر حيث بلغ تركيز عنصر الحديد 0.000009 ملغم/لتر ويعود السبب في ذلك الى ان الملوثات عادة ما تكون عالية التركيز في المناطق القريبة من سطح الارض وتقل بالابتعاد عن مراكز المدن والمناطق الصناعية ، ويشير (الجدول 5) ان صافي التركيز بلغ (1.36 ، 1.23 ، 0.26 ، 1.31 ، 0.06) ملغم/لتر في حين بلغ نسبة التركيز 137 ، 124 ، 27 ، 132 ، 7 ملغم/لتر في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والقوغ والسرو على التوالي ، ويتضح من (الجدول 6) ان مقدار الحديد الواصل الى ارض الغابة خلال فترة الدراسة 2.34 كغم/هكتار وذلك للامطار النافذة لمشجر القوغ في حين كان اقل قيمة في المنطقة المفتوحة 0.02 كغم/هكتار اما باقي المشاجر فقد تباينت كميات الحديد الواصل الى ارض الغابة لتبلغ 1.91 ، 1.72 ، 0.52 ، 0.10 كغم/هكتار في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والسرو على التوالي وقد انخفضت هذه القيم عما اورده الباحث Al-Momani واخرون (2002) في الاردن بالقرب من المنطق الصناعية حيث بلغت الكمية الواصلة الى الارض من العنصر في مياه الامطار 23.08 كغم/كم<sup>2</sup>/سنة ، كما تتفق نتائج البحث مع النتائج التي توصل اليها Zhang و Liang (2012) حيث لاحظا زيادة تركيز الحديد بعد نفاذ مياه الامطار من تيجان الغابات في المنطقة الجبلية في الصين.

**الزنك Zn:** يعتبر الزنك من العناصر الاساسية ومن العوامل المهمة في البناء الحيوي للانزيمات والاكسينات وبعض البروتينات الا ان المستوى السمي الحرج في النباتات هو 100 جزء بالمليون على اساس الوزن الجاف (kord و kord ، 2011) وتعتبر وسائط النقل المصدر الرئيسي للتلوث بالمعدن وخاصة ما يدخل في صناعة الاطارات حيث ان احتكاكها يكون مصدرا لهذا العنصر بالقرب من الطرق وتشير نتائج التحليل الاحصائي لاختبار دنكن (الجدول 4) الى عدم وجود فروقات معنوية في تركيز الزنك في الامطار النافذة ولجميع المشاجر في الدراسة عند مستوى احتمال 5% حيث بلغ تركيزه 0.056 ، 0.049 ، 0.044 ، 0.031 ، 0.031 ملغم/لتر في مشاجر القوغ والصنوبر والجنار واليوكالبتوس والسرو في حين بلغ تركيز الزنك في امطار المنطقة المفتوحة 0.012 ملغم/لتر والذي لم يختلف معنويا عن مشجري اليوكالبتوس والسرو في حين كان هناك فروقات معنوية بينها وبين مشاجر القوغ والصنوبر والجنار ، وقد تفوقت القيم في الدراسة للامطار النافذة في جميع

المشاجر على ما توصل اليه Zhang و Liang (2012) في دراستهم على غابات البلوط والصنوبر حيث بلغ تركيز الزنك 0.000986 ملغم/لتر ، اما امطار المنطقة المفتوحة فقد انخفض تركيز العنصر فيها عن ما اورده Farahmandkia وآخرون (2010) في دراستهم على السواقي الرطبة في مدينة زنجان في ايران حيث كانت اعلى القيم في الجزء الجنوبي من المدينة وقد اعزى ذلك الى العبء المروري والانشطة الصناعية العالية في المنطقة حيث بلغ تركيز الزنك فيها 0.07 ملغم/لتر اما الباحثة chudaeva وآخرون (2008) فقد بلغ تركيز الزنك في دراستهم على السواقي الرطبة في شمال بحر ايجيه (Agean Sea) الى 0.11 ملغم/لتر ، ويشير (الجدول 5) ان صافي تركيز الزنك في السواقي الرطبة قد بلغ 0.019 ، 0.037 ، 0.032 ، 0.044 ، 0.019 ونسبة التركيز 2.583 ، 4.083 ، 3.667 ، 4.667 ، 2.583 في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والقوغ والسرو على التوالي ، ومن (الجدول 6) يظهر ان اعلى كمية واصلة الى ارض الغابة من عنصر الزنك خلال فترة الدراسة كانت في مشجر القوغ وبلغت 0.10 كغم/هكتار في حين كانت اقل قيمة في المنطقة المفتوحة وبلغت 0.03 كغم/هكتار اما في باقي المشاجر فقد بلغت الكميات الواصلة الى ارض الغابة الى 0.08 ، 0.07 ، 0.04 ، 0.04 كغم/هكتار في مشاجر الجنار والصنوبر واليوكالبتوس والقوغ على التوالي ، وتوقفت هذه القيم على ما اورده Halstead وآخرون (2000) حيث بلغ كمية العنصر في مياه الامطار الواصلة الى الارض 0.069 كغم/ك<sup>2</sup>سنة اثناء دراستهم في نيوزلاندا اما الباحثة Al-Momani وآخرون (2002) في الاردن فقد وجد ان مقدار الزنك الواصل الى الارض 89.19 كغم/ك<sup>2</sup>سنة والتي تفوقت عن القيم التي حصلنا عليها من الدراسة وذلك بسبب ندرة الامطار خلال فترة الدراسة اما المناطق الحضرية في مدينة Verbania Pallanza فقد ذكر الباحث Ruschetta وآخرون (2006) ان الكمية الواصلة من عنصر الزنك الى الارض بلغت 15.7 كغم/ك<sup>2</sup>سنة.

**الرصاص Pb:** تشير نتائج التحليل الاحصائي لاختبار دنكن (الجدول 4) الى وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5% حيث ان اعلى قيمة لمتوسط تركيز الرصاص كان في الامطار النافذة لمشجر السرو (0.64) ملغم/لتر في حين كان اقل قيمة لمتوسط تركيز الرصاص في امطار المنطقة المفتوحة (0.113) ملغم/لتر في حين لم يكن هناك فروقات معنوية بين مشاجر الجنار والصنوبر والقوغ واليوكالبتوس حيث بلغت التراكمات (0.36 ، 0.34 ، 0.32 ، 0.29) ملغم/لتر اما المنطقة المفتوحة فلم تختلف معنويًا مع مشجري القوغ واليوكالبتوس ، اقتربت قيم تركيز الرصاص في المنطقة المفتوحة مع ما توصل اليه Melaku وآخرون (2008) في دراستهم على تركيز عنصر الرصاص في مياه الامطار والذي بلغ 0.137 ملغم/لتر وما توصل اليه Farahmandkia وآخرون (2010) في دراستهم على السواقي الرطبة في مدينة زنجان في ايران حيث بلغ تركيز العنصر 0.022 ملغم/لتر ، اما تركيز العنصر في الامطار النافذة فقد تفوق عما ذكر Zhang و Liang (2012) في الامطار النافذة في غابات البلوط والصنوبر في جبال Qinling في الصين ، ومن (الجدول 5) يتضح ان صافي التركيز بلغ 0.177 ، 0.227 ، 0.247 ، 0.207 ، 0.527 ملغم/لتر ونسبة التركيز بلغت 2.566 ، 3.009 ، 3.186 ، 2.832 ، 5.664 في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والقوغ والسرو على التوالي ، ويبين (الجدول 6) ان اعلى كمية من عنصر الرصاص التي وصلت الى ارض الغابة بلغت 0.91 كغم/هكتار في مشجر السرو في حين كانت اقل قيمة 0.24 كغم/هكتار في المنطقة المفتوحة اما في مشاجر الجنار والقوغ والصنوبر واليوكالبتوس فقد بلغت القيم 0.69 ، 0.57 ، 0.47 ، 0.41 كغم/هكتار على التوالي ، وقد تفوقت جميع القيم السابقة على كمية الواصلة الى الارض من العنصر في مياه الامطار في مدينة Verbania Pallanza في ايطاليا 0.0123 كغم/هكتار/سنة (Ruschetta وآخرون 2006) وفي فرنسا بلغ كمية الواصل الى الارض من العنصر 0.916 كغم/ك<sup>2</sup>سنة (Deboudt وآخرون 2004) اما قرب المناطق الصناعية في الاردن فقد ذكر الباحث Al-Momani وآخرون (2002) ان كمية الواصل الى الارض من عنصر الرصاص بلغ 1.54 كغم/ك<sup>2</sup>سنة. ان التراكمات العالية للرصاص في السواقي يعزى الى تاثير الكثافة المرورية العالية والاختناقات المرورية ناهيك عن احتواء الوقود على نسبة عالية من الرصاص ، كما ان زيادة سرعة الرياح عن 5.8 م/ثا (13 ميل /ساعة) هي كافية لازالة الغبار الحاووي على الرصاص من سطح الطرقات وبالتالي نزوله مع السواقي مرة اخرى.

**النحاس Cu:** تشير نتائج التحليل الاحصائي لاختبار دنكن (الجدول 4) الى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5% بين متوسطات تركيز عنصر النحاس في مشجري الصنوبر واليوكالبتوس 0.14 ، 0.13 ملغم/لتر على التوالي وتوق مشجر الصنوبر على المشاجر الاخرى الجنار والقوغ والسرو والتي بلغ تركيز (الجدول 4): معدل تركيز العناصر الصغرى في مياه الامطار النافذة تحت التاج والمناطق المفتوحة (ملغم/لتر).

Table (4) : Mean concentrations (mg/L) of heavy metals in bulk precipitation and throughfall in different forest stands.

العناصر الثقيلة (ppm) Heavy metals				المشاجر (Stands)
Cu	Pb	Zn	Fe	
0.13 ab	0.29 bc	0.031 ab	1.37 a	مشجر اليوكالبتوس <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
0.14 a	0.34 b	0.049 a	1.24 a	مشجر الصنوبر البروتي <i>Pins brutia</i>
0.05 c	0.36 b	0.044 a	0.27 b	مشجر الجنار <i>Platanus occidentalis</i>
0.10 b	0.32 bc	0.056 a	1.32 a	مشجر القوغ <i>Populus nigra</i>
0.01 d	0.64 a	0.031 ab	0.07 bc	مشجر السرو <i>Cupressus sempervirens</i>
0.01d	0.113 c	0.012 b	0.01 c	المنطقة المفتوحة Open area

المتوسطات التي تحمل نفس الحروف ضمن العمود الواحد لا تختلف معنويًا عند مستوى احتمال ( $P < 0.05$ )

Note : Same Letters indicate samples which are not significantly different ( $P < 0.05$ ) within a column using Duncans test .

الجدول (5): نسبة التركيز وصافي التدفق لبعض العناصر الصغرى في مياه الامطار النافذة من تيجان الاشجار (ملغم/لتر).

Table (5): Concentration ratio and net flux of some of heavy metals in bulk precipitation and throughfall.

العناصر الثقيلة Heavy metals				المشاجر Stands	
Cu	Pb	Zn	Fe		
0.01	0.113	0.012	0.01	امطار المنطقة المفتوحة (P) mg/L	
0.13	0.29	0.031	1.37	الامطار النافذة (T) mg/L	مشجر اليوكالبتوس <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
13.00	2.566	2.583	137	نسبة (T / P)	
0.12	0.177	0.019	1.36	صافي التدفق (T-P) mg/L	
0.14	0.34	0.049	1.24	الامطار النافذة (T)	مشجر الصنوبر البروتي <i>Pins brutia</i>
14.00	3.009	4.083	124	نسبة (T / P)	
0.13	0.227	0.037	1.23	صافي التدفق (T-P)	
0.05	0.36	0.044	0.27	الامطار النافذة (T)	مشجر الجنار <i>Platanus occidentalis</i>
5.00	3.186	3.667	27.00	نسبة (T / P)	
0.04	0.247	0.032	0.26	صافي التدفق (T-P)	
0.10	0.32	0.056	1.32	الامطار النافذة (T)	مشجر القوغ <i>Populus nigra</i>
10.00	2.832	4.667	132	نسبة (T / P)	
0.09	0.207	0.044	1.31	صافي التدفق (T-P)	
0.01	0.64	0.031	0.07	الامطار النافذة (T)	مشجر السرو <i>Cupressus sempervirens</i>
1.00	5.664	2.583	7.00	نسبة (T / P)	
0.00	0.527	0.019	0.06	صافي التدفق (T-P)	

النحاس للمشاجر الثلاثة على التوالي 0.05 ، 0.1 ، 0.01 ملغم/لتر على التوالي ، اما مشجر القوغ 0.10 ملغم/لتر فلم يختلف معنويًا مع مشجر اليوكالبتوس ، اما المنطقة المفتوحة 0.01 ملغم/لتر فقد اختلفت معنويًا مع جميع المشاجر ما عدا مشجر السرو 0.01 ملغم/لتر ، اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Chudaeva وآخرون (2008) في دراستهم على كيميائية مياه الامطار في جنوب روسيا حيث بلغ تركيز العنصر 0.031 ملغم/لتر وما توصل اليه الباحثين Koulousaris وآخرون (2009) في دراستهم على تلوث المياه والترب بتأثير السواقي الرطبة من الجو في شمال بحر ايجيه وما اورده Ruschetta وآخرون (2006) في ايطاليا حيث وجدوا ان اعلى قيمة للعنصر كانت في الامطار النافذة تحت اشجار الغابة 0.00315 ملغم/لتر تلتها السواقي الرطبة في مركز

مدينة Bellinzago حيث بلغت 0.0014 ملغم/لتر ومن ثم مياه الامطار والذي بلغ تركيز العنصر فيه 0.0009 ملغم/لتر ، ومن (الجدول 5) يتضح ان صافي التركيز لعنصر النحاس بلغ 0.12 ، 0.13 ، 0.04 ، 0.09 ، صفر ملغم/لتر ونسبة التركيز بلغت 13 ، 14 ، 5 ، 10 ، 1 في مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والقوغ والسرور ، ويبين (الجدول 6) ان اعلى كمية من عنصر النحاس وصلت الى ارض الغابة بلغت 0.19 كغم/هكتار في مشجر الصنوبر في حين بلغت اقل كمية 0.01 كغم/هكتار في مشجر السرور اما للمشاجر الاخرى فقد بلغت 0.18 ، 0.10 ، 0.02 كغم/هكتار وذلك في مشاجر اليوكالبتوس والقوغ والجنار والمنطقة المفتوحة على التوالي ، وتعتبر هذه القيمة للمنطقة المفتوحة مقاربة لما توصل اليه الباحث Ruschetta وآخرون ، (2006) حيث بلغ تركيز عنصر النحاس 1.44 كغم/كم<sup>2</sup>/سنة في مركز مدينة Verbania Pallanza ايطاليا.

الجدول (6): مقادير العناصر الثقيلة (كغم / هكتار) الواصلة الى ارض الغابة من خلال الامطار النافذة وامطار المنطقة المفتوحة خلال فترة الدراسة

Table (6): Annual flux of heavy metals (Kg ha<sup>-1</sup>) in bulk precipitation and throughfall in a different stands.

العناصر الثقيلة Heavy metals				المشاجر Stands
Cu	Pb	Zn	Fe	
0.18	0.41	0.04	1.91	مشجر اليوكالبتوس <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
0.19	0.47	0.07	1.72	مشجر الصنوبر البروتي <i>Pinus brutia</i>
0.10	0.69	0.08	0.52	مشجر الجنار <i>Platanus occidentalis</i>
0.18	0.57	0.10	2.34	مشجر القوغ <i>Populus nigra</i>
0.01	0.91	0.04	0.10	مشجر السرور <i>Cupressus sempervirens</i>
0.02	0.24	0.03	0.02	المنطقة المفتوحة Open area

## BULK PRECIPITATION AND THROUGHFALL QUALITY AT DIFFERENTS FOREST STANDS IN NINEVA GOVERNMENT

Ibrahim, I. A

Ammar, F. K

Forest Dept., College of Agriculture and Forestry, Mosul University. Iraq

E-mail: [eng\\_ibrahim1958@yahoo.com](mailto:eng_ibrahim1958@yahoo.com)

### ABSTRACT

The present study investigates the chemical composition of wet atmospheric precipitation over Mosul city ,bulk precipitation and throughfall under five different stands (*Pinus brutia*, *Cupressus sempervirens*, *Platanus occidentalis*, *Populus nigra* and *Eucalyptus camaldulensis*) were collected through rainy events during 2011-2012. The concentrations of the chemical constituents of water soluble ions included some cations such as (Ca<sup>+2</sup> , Mg<sup>+2</sup> ,Na<sup>+1</sup> , and K<sup>+1</sup>) and anions (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> , SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>,and Cl<sup>-</sup> ) and five of heavy metals (Zn ,Cu , Fe , Mn , and Pb)Electrical conductivity and pH of rain water and throughfall were also Measured . Results of the present study showed that mean value of the precipitation pH indicates that rainfall was slightly acidic whereas throughfall was almost neutral , also the concentration of most cations , anions and heavy metals increased in throughfall compared to open area precipitation

Keywords: Bulck precipitation, Throughfall chemistry, stands.

Received: 21/2/2013, Accepted: 6/5/2013.

### المصادر

الدوسكي، هنر سليم (2012) دراسة مقدار الامطار المحتجزة وكيميائية الامطار والامطار النافذة والجارية على الساق وتربة الغابات الطبيعية والمشاجر الاصطناعية لصنوبر زاويتا، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دهوك، العراق.

سليم، جهاد ابراهيم (2008) مقدار ونوعية السواقط الواصلة الى مشاجر الصنوبر بروتي *Pinus brutia* والحبة الخضراء. *Pistacia khinjuk* في قضاء عقرة، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الموصل.

طليع، عبد العزيز يونس (2006) التلوث البيئي لمدينة الموصل وطرق المعالجة. اطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الموصل.

Al-Momani Idress, F.; A. Abdel-Rahim M. Al Bataineh Bashar (2002). Atmospheric deposition of major ions and trace metals near an industrial area, Jordan *Journal Environmental Monitor.* 4: 985–989.

Chudaeva, V.A., O.V Chudaev, S.G Yurchenko (2008) Chemical composition of precipitation in the southern part of the russian far east. *Water Quality And Protection.* 35:60-71.

Crockford, RH. and DP. Richardson. (1998) Litterfall, litter and associated chemistry in a dry sclerophyll eucalypt forest and pine plantation in south-eastern Australia , *Hydrological Processes* 12, 385-400.

Deboudt, K.; P. Flament, M.L. Bertho (2004) Cd, Cu, Pb and Zn concentrations in atmospheric wet deposition at a coastal station in western Europe. *Water Air Soil Pollution.* 151: 335–359.

Dowell, W.H (1998) Internal nutrient fluxes in a Puer to Rican rain forest. *journal of Tropical Ecology* 14-521-536.

El-Gammal, M.I., M.S. Ibrahim, A.A. Shakour and R.S. EL- Henawy (2008) Precipitation quality and related atmospheric chemistry over the greater Damietta area – Egypt Res. *Journal of Environmental Science.*, 2: 252-265.

Farahmandkia, Z., M. Mehrasbi, R. Sekhavatjou (2010). Relationship between concentration of heavy metals in wet precipitation and atmospheric PM<sub>10</sub> particles in Zanjan, Iran. *Iran. Journal Environmental Health Science Engineering.* 8 (1): 46-56.

Flavio M.; T. Danilo; A. Paolo and M. Stefano. (2002). Atmospheric deposition at four forestry sites in the Alpine region of Trentino-South Tyrol, *Journal of Limnology.*, 61 (Suppl. 1): 148-157.

Ganor, E. and Y. Mamane, (1982). Transport of Saharan dust across the eastern Mediterranean, *Journal Atmospheric Environment.*, 16(3):581-587.

Halsted, M.J.; R.G Cunnighame K.A. Hunter (2000) Wet deposition of trace metals to a remote site in Fiordland, New Zealand. *Journal Atmospheric Environment.* 34, 4: 665–676.

Juknys , R. and E. Gaidyte (2006). Impact of mature Scots Pine stand canopy to major Ions Fluxes with through fall precipitation , *Environmental Research Engineering and Management.* 4(38),61-69

- Khemani, L. T., G. A., Mamin, P. S. Pakasa-Rao, P. D. Safai, G. Singh, and R. K. Kapoor (1989) Spread of acid rain over India, *Journal Atmospheric Environment.*, 23(4):757-762.
- King HB.; CP. Liu; YJ. Hsia and JL. Hwong. (2003). Interactions of the Fushan hardwood forest ecosystem and water chemistry of precipitation. Taiwan *Journal Forest Science* 18(4):363-73.
- Kord , B. and B. Kord, (2011) Heavy metal levels in pine barks (*Pinus eldarica* Medw) tree barks as indicators of atmospheric pollution. *Journal BioResources* 6(2).927-935.
- Koulousaris, M., M. Aloupi, M. O. Angelidis (2009) Total metal concentration in atmospheric precipitation from the Northern Aegean Sea. *Water Air and Soil Pollution*, 201 (4): 389-403.
- Lin, N. H., H. M. Lee, and M. B.Chang (1999) Evaluation of the characteristics of acid precipitation in Taipei, Taiwan using cluster analysis, *Water, Air and Soil Pollution*, 113:241-260.
- Liu, W. Y. (2003). Nutrient Cycling in a Montane Moist Mvergreen Broad-Leaved Forest (*Lithocarpus/Castanopsis* Association) in Ailao Mountains, Yunnan, Southwestern China.. Ph.D. Thesis, Curtin University of Technology
- Melaku, S., V. Morris, D. Raghavan, and C. Hosten, (2008) Seasonal variation of heavy metals in ambient air precipitation at a single site in Washington, DC. *Journal Environmental Pollution*.155 (1):88-98.
- Ruschetta,S., R. Mosario, A. Carcano, A. Marchetto, G.A., Tartari, O. Tornimbeni, A. Defilippi, R. Gallo, L. Sartoris (2006) Trace metal measurement in atmospheric diposition at three sites in Northern Italy. methodology and preliminary results. *For. Snow Lands c. Research* 80,2:191-200.
- Stachurski A. and JR. Zimka. (2000) Atmospheric input of elements to forest ecosystems: a method of estimation using artificial foliage placed above rain collectors. *Environmental Pollution* 110, 345-356.
- Staelens J.; AD. Schrijver; O. Carlos and N. Lust. (2003). Comparson of dry deposition and canopy exchange of base cation in temperate hardwood forest in Flanders and Chile *Gayana Botany*. 60(1): 9-16.
- Tom, A. (2003) Biogeochemistry of the II.A group elements in a forested catchment. Institute of Geochemistry, Mineralogy and Natural Resources.
- Xiao Q.;E.G. McPherson, S.L. Ustin, M.E. Grismerand J.R.Simpson(2000).Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. *Hydrological Processes* 14: 763–784.
- Zhang G.; GM. Zeng; YM. Jiang; KS. Xaio; RJ. Xiang; LU. Huang and C. Zhang (2007)Deposition patterns in bulk precipitation and throughfall in a subtropical mixed forest in central-south China. *Canadian Journal Forest Research* 4, 470-476.
- Zhang, S. and C. Liang (2012). Effect of native forest canopy on rainfall chemistry in Chinas Qinling Mountains. *Environment Earth Science*. DOL 10.1007/s 12665-012.1594-2.

