The effect of fires on some physical and chemical properties of soil (in al Qardaha region)

Dr.Mona Barakat*
Dr. Mohammad Manhal Alzoubi **
Dr.Ola Merhej***
Ruba Issa****

(Received 12 / 5 / 2022. Accepted 18 / 10 /2022)

□ ABSTRACT □

The fires that occurred recently on 9-10/October/2020, were painful after they turned the green cover in our coastal mountains into ash. The damages were not limited to the forest wealth, as agricultural soils had a large share, As the soil represents the basis for the return and renewal of the forest wealth, biodiversity conservation, as well as the sustainability of agricultural production.

This research aims to study the effect of fires on some physical and chemical properties of soil, as (23) sites exposed to fire in the Qardaha area were identified. Soil samples were collected from the studied sites from a depth of (0-30 cm) two weeks after the fire happened, as well as after one year from the same sites, taking into account the collection of control samples from the nearest sites that were not exposed to fire.

The following analysis were conducted on soil samples: organic carbon content, bulk density, volume distribution of individual grains, average diameter of weighted aggregates, and unburned sites were used as a control for comparison.

The main achieved results of the study showed the deterioration of different soil properties as a result of the exposure of the forest system and the natural plant to fire, that decreased the organic carbon content, it also decreased clay and silt percent, and the average diameter of the weighted clusters, while increasing significantly of bulk density and the proportions of sand in the burned sites compared to the unburned ones. The highest decrease percentage in the mentioned properties in the burned sites were respectively (50.33%), 35.15%), (34.2 %), (60.49%). While the highest percentage of bulk density and sand were (14.48%) and (59.59%) respectively. The mentioned differences were observed in the percentages of organic carbon, the average diameter of the weighted aggregates and the bulk density immediately after two weeks of the outbreak of fires, with the effects of the fire continuing after a year, but to a lesser degree. while the differences were not noticed in the proportions of clay, silt and sand until a year after the fire outbreak.

Key words: fires - forest - natural vegetation - soil properties - Qardaha region

* **Professor, Department of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen, University, Lattakia, Syria.**
** **Researcher, Agricuiture Scientific Research Center, Damascus, Syria.**
*** **Researcher, General Organization of Remote Sensing, Latakia, Syria**
*** **postgraduate, Department of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen , University, Lattakia, Syria. ruba.issa@tishreen.edu.sy**

أثر الحرائق في بعض خواص التربة الفيزيائية والكيميائية (في منطقة القرداحة)

د منى علي بركات*

د. محمد منهل الزعبي**

د.علا علي مرهج***

ربا محمد عيسى****

(تاريخ الإيداع 12 / 5 / 2022. قبل للنشر في 18 / 10 / 2022)

□ ملخّص □

الحرائق التي حصلت في الآونة الأخيرة وتحديداً في 9-2020/10/10 كانت مؤلمة إلى درجة كبيرة بعد أن حولت الغطاء الأخضر في جبالنا الساحلية إلى رماد ولم تقتصر الأضرار على الثروة الحراجية فقد كان للترب الزراعية النصيب الكبير في حين أن التربة هي أساس عودة الثروة الحراجية وتجددها والحفاظ على التنوع الحيوي وكذلك ديمومة الإنتاج الزراعي.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الحرائق في بعض خواص التربة الفيزيائية والكيميائية، حيث تم تحديد(23 موقع) تعرض للحريق في منطقة القرداحة، جمعت عينات ترابية من المواقع المدروسة من عمق (0-30)سم بعد أسبوعين من الحريق، وكذلك بعد مرور عام واحد من الحريق من نفس المواقع. كما جمعت عينات شاهد من المواقع المجاورة التي لم تتعرض للحريق.

أجريت على عينات التربة التحاليل التالية: محتوى الكربون العضوي، الكثافة الظاهرية، التوزع الحجمي للحبيبات الفردية، متوسط قطر التجمعات الموزونة، وقد درست المواقع غير المحروقة كشاهد للمقارنة.

أظهرت نتائج الدراسة تدهور خواص التربة نتيجة تعرض منظومة الغابة والنبت الطبيعي للحريق حيث انخفض كل من: الكربون العضوي، ونسب الطين والسلت، ومتوسط قطر التجمعات الموزونة، بينما ارتفع كل من الكثافة الظاهرية ونسب الرمل، وبشكل معنوي في المواقع المحروقة مقارنة بغير المحروقة، فقد بلغت أعلى نسبة انخفاض للخواص المذكورة في المواقع المحروقة على التوالي(50.33%)، (35.15%)،(34.20%)،(60.49%)، بينما كانت أعلى نسبة لارتفاع الكثافة الظاهرية والرمل على التوالي (16.94%)،(147%). حيث لوحظت الفروق المذكورة في نسب الكربون العضوي ومتوسط قطر التجمعات الموزونة والكثافة الظاهرية مباشرة بعد أسبوعين من اندلاع الحرائق مع استمرار آثار الحريق بعد عام ولكن بدرجة أقل، بينما لم نلاحظ الفروق في نسب الطين والسلت والرمل إلا بعد مضي عام من اندلاع الحرائق.

الكلمات المفتاحية: الحرائق- الغابة-النبت الطبيعي- خواص التربة- منطقة القرداحة

*أستاذ في قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

**باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مدير إدارة بحوث الموارد الطبيعية– دمشق– سورية.

***باحث في الهيئة العامة للاستشعار عن بعد– اللاذقية – سورية.

****طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريةruba.issa@tishreen.edu.sy

مقدمة:

تؤثر الحرائق بشكل كبير على بناء وتركيب ووظيفة النظم البيئية على عدة مستويات زمنية (من بضع سنوات حتى العقود والقرون) وعلى عدة مستويات مكانية (من المحلي حتى الإقليمي وكذلك القاري). وبالتالي إن تأثير الحريق لاينحصر بإزالة الغطاء النباتي في موقع الحريق وإنما يتعداه ليؤثر في أشكال الحياة الأخرى ومختلف خصائص النظام البيئي الذي تعرض للحريق. (Morgan *et al.*, 2001).

حيث يؤدي نشوب واندلاع الحرائق إلى خسائر اقتصادية قد تكون مباشرة (اخشاب، منتجات غير خشبية، رعي وصيد) أو غير مباشرة (كتقليل مخزون الكربون). (Tueker *et al.*, 2005).

وعلى الرغم من عدم تشابه سلوك جميع أنواع الترب بعد الحريق حيث أنها لاتبدي جميعها نفس درجة الخطورة في التدهور الفيزيائي والكيميائي الحاصل، لكن الحقيقة أن آثار الحريق تتجلى واضحة في الخواص الفيزيائية والكيميائية، وكذلك في الخواص الحيوية وزيادة خطر انجراف التربة. (Xue *et al.*, 2014; Mataix-Solera *et al.*, 2011; Moody *et al.*,2013).

توصلت عدة دراسات إلى أن حرائق الغابات تؤثر في كمية المادة العضوية وكيفية توضعها ضمن طبقات التربة العليا وذلك حسب شدة ونوع الحريق فكلما كان الحريق قوياً أدى ذلك إلى حرق المادة العضوية وحولها الى رماد. كما قد تتسبب الحرائق بتغيرات في خصائص المادة العضوية ذاتها وتكوينها مثل تغير كمية ونسبة الاحماض الفولفية والأحماض الهيومية. (Vergnoux *et al.*, 2011).

هذا وقد أشارت عدة دراسات (Pereira*etal.*,2018 ; Girona-Garcia*etal.*,2018) إلى أن المواد العضوية في التربة والتجمعات الحبيبية من خصائص التربة المترابطة التي يمكن أن تتأثر بالحريق كما أن أجزاء التربة الدقيقة أكثر عرضة للتأثر بالحريق من الأجزاء الخشنة. حيث تتميز أراضي الغابات بوجود طبقة الفرشة التي تتكون من الطبقة السطحية المعدنية والبقايا النباتية المتحللة وغير المتحللة التي تشكل الأفق العضوي. هذه الطبقات تمتص معظم الهطل المطري فتقلل من الجريان السطحي وتزيد معدلات الرشح و تغذية المياه الجوفية، في حين تسبب الحرائق تحول طبقة الفرشة إلى فحم و رماد، أي إزالة للمواد العضوية التي تلعب دور ملاط لاحم بين حبيبات التربة المفردة (رمل، طين، سلت)، إذ يتم ربط جزيئات الرمل والسلت والطين وترتيبها في مجاميع هيكلية من خلال المواد العضوية، والتي يمكن تدميرها عقب اندلاع الحرائق الشديدة وهذا الانهيار في البنية والهيكل ينعكس سلباً على الخصائص الفيزيائية للتربة (زيادة في الكثافة الظاهرية وانخفاض المسامية، وتحول التجمعات البنائية الكبيرة في التربة إلى تجمعات بنائية أصغر). مما يؤدي إلى انخفاض تسرب المياه وزيادة الجريان السطحي. الأمر الذي يستوجب المراقبة والتقييم المستمر لحالة هذه المادة وخصوصا مع ما نشهده اليوم من حرائق متكررة وسوء استنزاف لهذا المادة نتيجة للممارسات الزراعية الخاطئة.

أهمية البحث وأهدافه:

تؤثر الحرائق على كل شيء في بيئتنا بدءاً بالهواء وانتهاء بنوعية المياه والتربة حيث تدمر الحرائق خلال ساعات ما بنته الطبيعة خلال مئات السنين، ولأنّ التربة هي أساس عودة ثروتنا الحراجية وتجددها والحفاظ على التنوع الحيوي وكذلك ديمومة الإنتاج الزراعي، وباعتبار أنّ التربة من أهم الموارد الطبيعية وبنفس الوقت هي مورد طبيعي محدود التجدد، بالإضافة إلى قلة الدراسات التي أجريت على التربة الغابية في منطقة الساحل السوري وخصوصاً بعد تعرضها للحرائق، ومن هنا تكمن أهمية بحثنا حيث أنّ الحرائق التي حصلت في الآونة الأخيرة وتحديداً في 9-2020/10/10 كانت كبيرة بعد أن حولت الغطاء الأخضر في جبالنا الساحلية إلى رماد فكان لابد من الوقوف على أهم التغييرات الحاصلة في خواص التربة الفيزيائية والكيميائية نتيجة تعرضها للحريق من خلال دراسة أثر الحرائق في بعض خواص التربة الفيزيائية والكيميائية على اعتبار أن خطط التشجير والاستراتيجيات المتبعة لإعادة تأهيل الأراضي أو صيانتها يجب أن تنطلق اعتماداً على خواص التربة.

طرائق البحث و مواده:

1 منطقة الدراسة:

أجريت الدراسة في منطقة القرداحة. تتأثر منطقة الدراسة بمناخ البحر الأبيض المتوسط، حيث يكون الطقس معتدلاً ورطباً شتاءً، ومعتدلاً إلى حار ورطب صيفاً، يبدأ فصل الهطول عادةً في أيلول ويصل لأعلى هطول في شهري كانون الأول وكانون الثاني، ويمتد الفصل حتى شهر حزيران، تتراوح كميات الهطول بين (520-1763.84) مم، تزداد كميات الهطول والحرارة من الغرب إلى الشرق ومن الشمال إلى الجنوب.

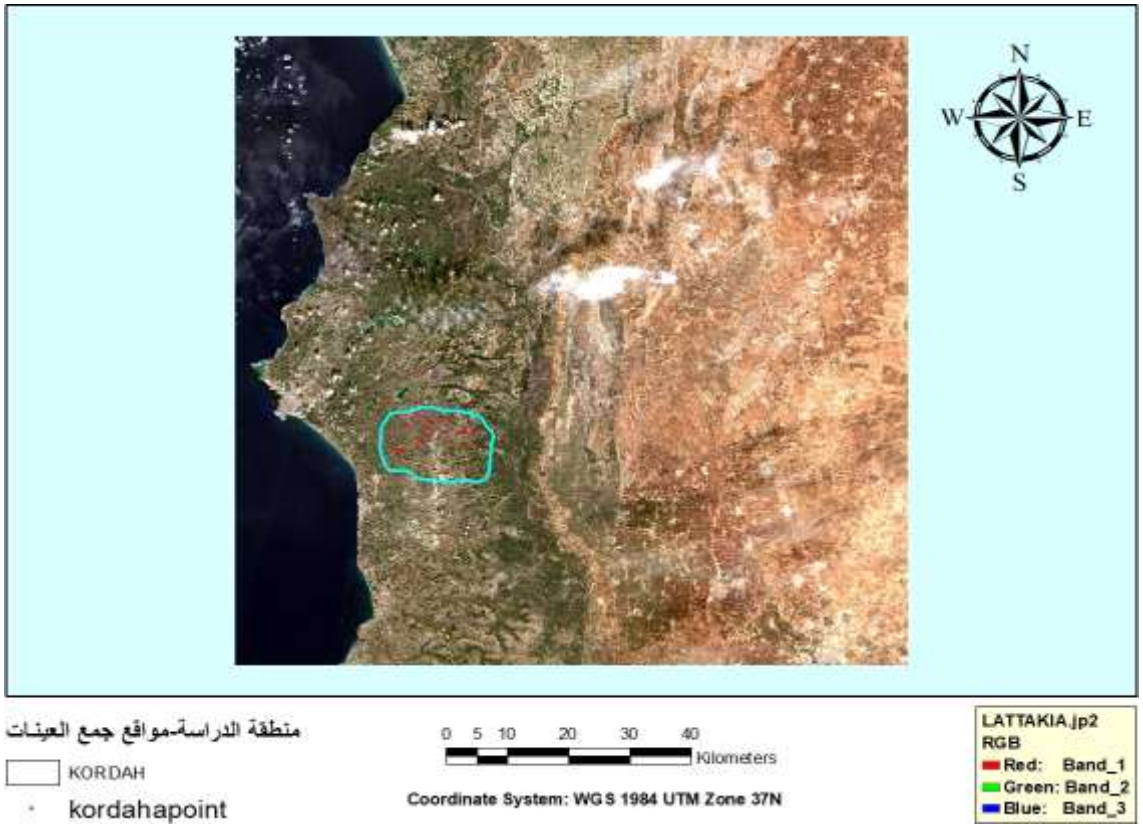
تسود في منطقة الدراسة الترب الجبلية اللحقية Alluvial Soils، والترب الرسوبية Colluvial Soils، أما الغطاء النباتي: غابات من أشجار الصنوبر، السنديان، البلوط، السرو بالإضافة إلى الزيتون، الحمضيات، التفاح، التبغ، البيوت البلاستيكية.

2 عينات التربة:

تم أخذ 23 عينة حقلية، ممثلة لمنطقة الدراسة وتم تحديد إحداثيات مكان أخذ العينات باستخدام جهاز نظام التموضع العالمي Global Position System (GPS). الشكل(1)

جمعت عينات التربة من عمق (0-30) سم، وذلك من خمس نقاط موزعة بشكل جيد بحيث تمثل منطقة الدراسة بشكل صحيح. شكلت منها عينة تربة مركبة، بحيث أخذنا ثلاث مكررات لكل عينة تربة مركبة في كل من الموقع المحروق والشاهد لإجراء مقارنة بينهما من خلال تحليل النتائج احصائياً وحساب أقل فرق معنوي. ومن ثم نقلت إلى المخبر، أزيلت الجذور والمخلفات النباتية وجففت هوائياً ثم نخّلت بمنخل قطره 2 ملم للحصول على تربة ناعمة، استخدمت في إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية.

علماً أنه قد تمت عملية جمع عينات التربة بعد أسبوعين من اندلاع الحرائق في 9-2020/10/10 وأعيدت عملية الجمع بعد مرور عام من نفس المواقع.



الشكل(1) منطقة الدراسة وتوزع مواقع جمع العينات بالنسبة لمحافظة اللاذقية.

3-التحاليل الفيزيائية والكيميائية:

- تم تقدير الكربون العضوي بالطريقة الحجمية من خلال الأكسدة بثاني كرومات البوتاسيوم ثم المعايرة باستخدام سلفات الحديدوز.

- تم التحليل الميكانيكي للتربة باستخدام طريقة الهيدرومتر، وتم تحديد القوام باستخدام مثلث القوام حسب التصنيف الأمريكي(USDA).

- تم حساب متوسط قطر الحبيبات الموزونة الذي استخدمناه كمؤشر على ثباتية التجمعات بالتنخيل الرطب حسب (Anger *et al.*,2008) وفقاً للعلاقة التالية:

$$\mathbf{MWD}= \sum_{i}^{n} wi * Xi$$

حيث n: عدد رتب أحجام الحبيبات.

Xi: القطر المتوسط لرتبة حجمية معينة.

Wi: وزن الحبيبات المركبة في ذلك المدى الحجمي كنسبة من الوزن الكلي للعينة.

- تم تقدير الكثافة الظاهرية للتربة باستخدام الأسطوانات المعدنية.

حلّلت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج الحاسوب (Costat) وحساب اقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5%.

النتائج والمناقشة:

1 – اثر الحريق على التركيب الميكانيكي للتربة:

تعد الحبيبات الفردية في التربة أهم العناصر التي تؤثر على خصائص التربة فهي تؤثر على معدل وسرعة العديد من العمليات الفيزيائية والتفاعلات الكيميائية الهامة في نمو النبات، فهي تحدد مساحة السطح الذي تحدث عليه هذه التفاعلات. كما يعد قوام التربة عاملاً مؤثراً في العديد من الخصائص الفيزيائية والهيدروفيزيائية والكيميائية للتربة فهو يؤثر في حركة الهواء والماء والجذور النباتية ضمن قطاع التربة، كما يؤثر في سعة احتفاظها بالماء. (BradyandWeil, 2010).

تشير نتائج الجدول (1) إلى أن اندلاع الحرائق في 9–2020/10/10 عمل على رفع نسبة الرمل في الجزء المحروق مقارنة مع الجزء غير المحروق في جميع المواقع، في حين انخفضت نسبة الطين والسلت في الجزء المحروق مقارنة مع الجزء غير المحروق في جميع المواقع أيضاً. وقد لوحظت تلك الفروق المعنوية الكبيرة بعد مرور عام تقريباً من اندلاع الحرائق، وهذا يجعلنا نرجح أن السبب في ارتفاع نسب الرمل في المواقع المحروقة هو تعرض حبيبات الطين والسلت إلى الانجراف بمياه الجريان السطحي بعد احتراق منظومة الغابة والنبت الطبيعي وخصوصاً أن المنطقة شهدت أمطار غزيرة في شهري تشرين الثاني وكانون الأول من نفس العام وكذلك في كانون الثاني من العام الذي يليه، حيث أن حبيبات الطين صغيرة الحجم سهلة الانتقال مع ماء الجريان أو مع ماء الارتشاح لأنها خفيفة الوزن، وكذلك حبيبات السلت شديدة القابلية للانجراف أما حبيبات الرمل فهي كبيرة الحجم وذات وزن ثقيل نسبياً لذا تقاوم عمليات الانجراف.

تشير نتائج الجدول إلى أن أعلى نسبة ارتفاع للرمل كانت في الموقع الأول بمقدار (147%) وأدنى نسبة ارتفاع للرمل كانت في الموقع الثالث عشر (23.62%) في حين كانت أدنى نسبة انخفاض في الطين في الموقع الثالث عشر (7.17%) وأعلى نسبة انخفاض للطين في الموقع الأول بمقدار (35.15%) وذلك بعد مرور عام من اندلاع الحرائق.

جدول رقم (1) أثر الحريق على التركيب الميكانيكي للتربة في العمق 0-30 سم.

الموقع / الغطاء النباتي		%الرمل	%الطين	%السلت	نوع القوام
1- بيت زنتوت	الشاهد	17.24	57.1	25.66	طيني
(صنوبر بروتي)	غابة محروقة بعد عام1	42.67	37.03	20.3	لومي طيني
	بعد عام $LSD_{0.05}$	3.447	4.137	4.187	
2- شديتي	الشاهد	25.55	48.4	26.05	طيني
(سرو،زيتون،صنوبر)	غابة محروقة بعد عام1	49.1	33.76	17.14	لومي طيني رملي
	$LSD_{0.05}$	5.639	3.309	2.366	
3- جبل العذرة	الشاهد	26.69	45.02	28.29	طيني
(صنوبر بروتي، سنديان)	غابة محروقة بعد عام1	44.28	34.79	20.93	طيني لومي
	$LSD_{0.05}$	9.683	6.788	4.171	
4- الميسة	الشاهد	28.96	46.33	24.71	طيني
(صنوبر بروتي)	غابة محروقة بعد عام1	39.35	40.91	19.74	طيني
	$LSD_{0.05}$	6.524	3.368	4.165	
5- ديروتان	الشاهد	19.27	45.73	35	طيني
(صنوبر بروتي)	غابة محروقة بعد عام1	35.08	40	24.92	طيني
	$LSD_{0.05}$	2.313	0.833	1.785	
6- خربيات القلعة	الشاهد	27.45	51.99	20.56	طيني
(صنوبر، سنديان)	غابة محروقة بعد عام1	36.28	44.78	18.94	طيني
	$LSD_{0.05}$	4.119	2.479	4.192	
7- البطيني	الشاهد	43.94	26.11	29.95	لومي
(صنوبر بروتي ، ماكي سنديان)	غابة محروقة بعد عام1	54.95	19	26.05	رملي لومي
	$LSD_{0.05}$	1.825	1.598	1.257	
8- بكراما	الشاهد	11.16	43.84	45	سلتي طيني
(صنوبر، شجيرات حراجية، زيتون)	غابة محروقة بعد عام1	16.89	39.2	43.91	سلتي طيني
	$LSD_{0.05}$	2.516	2.124	1.111	
9- بحورايا	الشاهد	34.18	45.62	20.2	طيني
(صنوبر بروتي)	غابة محروقة بعد عام1	44.15	40.08	15.77	طيني
	$LSD_{0.05}$	3.571	3.715	1.617	
10- كلماخو	الشاهد	12.61	45	42.39	طيني سلتي
(صنوبر، سرو)	غابة محروقة بعد عام1	27.71	37.2	35.09	طيني لومي
	$LSD_{0.05}$	7.275	3.996	3.628	
11- كلماخو	الشاهد	13.76	43.51	42.73	طيني سلتي
(زيتون، شجيرات حراجية)	غابة محروقة بعد عام1	22.18	39.52	38.3	طيني لومي
	$LSD_{0.05}$	4.949	2.539	2.652	
12- دبيقة	الشاهد	7.2	45.12	47.68	طيني سلتي
(صنوبر، سرو، زيتون)	غابة محروقة بعد عام1	16.54	40.56	42.9	طيني سلتي
	$LSD_{0.05}$	5.753	2.844	4.168	
13- بحمرا	الشاهد	22.56	44.37	33.07	طيني
(صنوبر، زيتون)	غابة محروقة بعد عام1	27.89	41.19	30.92	طيني
	$LSD_{0.05}$	7.746	3.581	4.670	

14- مرج معيربان (زيتون ، شجيرات حراجية)	الشاهد	17.18	24.1	58.72	سلتي لومي
	غابة محروقة بعد عام1	27.64	20.36	52	سلتي لومي
	$LSD_{0.05}$	2.775	2.609	1.726	
15- بسطيرون (صنوبر بروتي)	الشاهد	12.58	31.52	55.9	سلتي طيني لومي
	غابة محروقة بعد عام1	25.14	24.76	50.1	سلتي لومي
	$LSD_{0.05}$	3.541	2.662	3.418	
16- بصراما (صنوبر، زيتون)	الشاهد	16.83	27	56.17	سلتي لومي
	غابة محروقة بعد عام1	24.72	23.49	51.79	سلتي لومي
	$LSD_{0.05}$	7.074	3.104	5.452	
17- المعلقة (صنوبر، زيتون)	الشاهد	22.18	23.82	54	سلتي لومي
	غابة محروقة بعد عام1	29.97	19.9	50.13	سلتي لومي
	$LSD_{0.05}$	7.062	3.605	6.202	
18- الفاخورة (زيتون، شجيرات حراجية)	الشاهد	27.16	46.71	26.13	طيني
	غابة محروقة بعد عام1	36.59	40.41	23	طيني
	$LSD_{0.05}$	8.144	4.698	5.293	
19- الخشخاشة (صنوبر بروتي)	الشاهد	41	26.85	32.15	لومي
	غابة محروقة بعد عام1	53.92	19.71	26.37	رملي لومي
	$LSD_{0.05}$	4.799	3.801	5.643	
20- نقورو (زيتون-شجيرات حراجية)	الشاهد	20.19	24.61	55.2	سلتي لومي
	غابة محروقة بعد عام1	31.09	19.32	49.59	سلتي لومي
	$LSD_{0.05}$	4.749	4.977	3.97	
21- القلمون (صنوبر، سرو)	الشاهد	36.35	25.24	38.41	لومي
	غابة محروقة بعد عام1	52.01	19.69	28.3	رملي لومي
	$LSD_{0.05}$	3.583	4.073	4.866	
22- بقيلون (صنوبر، شجيرات حراجية)	الشاهد	9.48	37.1	53.42	سلتي طيني لومي
	غابة محروقة بعد عام1	17.88	32.62	49.5	سلتي طيني لومي
	$LSD_{0.05}$	2.504	3.859	6.68	
23- بيت سوهين (صنوبر، زيتون ، شجيرات حراجية)	الشاهد	21.62	26.32	52.06	سلتي لومي
	غابة محروقة بعد عام1	28.13	22	49.87	سلتي لومي
	$LSD_{0.05}$	3.747	3.394	2.903	

2-اثر الحريق في محتوى التربة من الكربون العضوي:

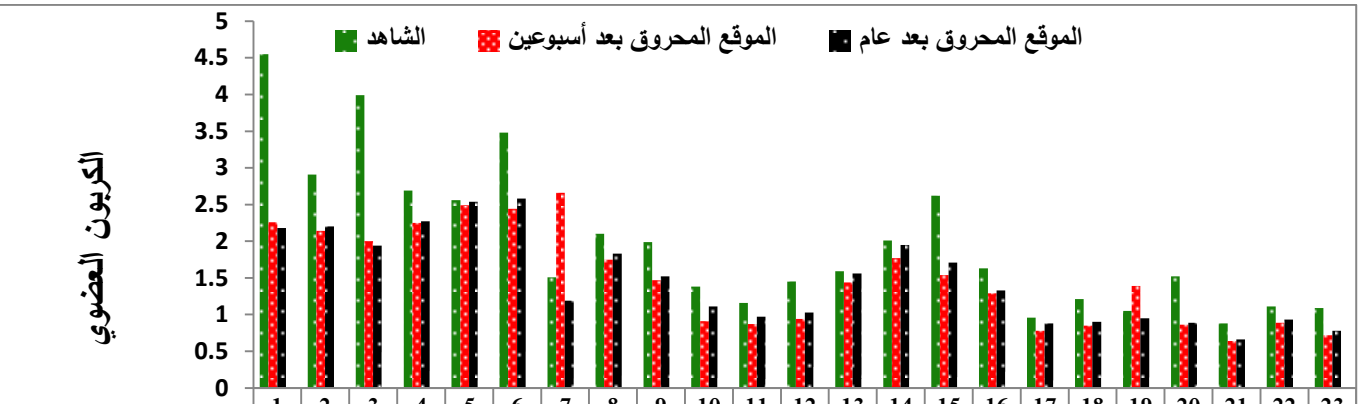
تشير البيانات الموجودة في الشكل (2) إلى أن حرق منظومة الغابة والنبت الطبيعي عمل على خفض محتوى التربة من الكربون العضوي في معظم المواقع وبشكل معنوي باستثناء الموقعين (7 و 19) اللذين أظهرا منحى معاكس أي ارتفاع في نسبة الكربون العضوي وبشكل معنوي وقد لوحظت هذه الفروق مباشرة بعد أسبوعين من الحريق حيث بلغت اعلى نسبة لانخفاض

الكربون العضوي في الموقع الأول بمقدار (50.33%) أما أدنى نسبة انخفاض كانت في الموقع الخامس بمقدار (2.73%).

قد يعود سبب الانخفاض في الكربون العضوي في المواقع المحروقة إلى احتراق المادة العضوية وسرعة تمعدنها بفعل الحرارة الناجمة عن الحريق وهذا يتوافق مع عدة دراسات (Mill&Fey,2004;Knicker,2007)، أما التباين في معدل الانخفاض في نسب الكربون فتعود إلى الاختلاف في شدة الحريق وبالتالي الحرارة الناجمة عن الحريق بين موقع وآخر وهذا ماأكدته عدة دراسات إذ يتأثر مقدار تغير محتوى الكربون العضوي في التربة بسبب الحريق تبعاً لنوعه وشدته ومدته. (Mehdi *et al*., 2012; Shakesby, 2011; Hatten *et al*., 2005).

في حين أن الارتفاع الملاحظ في الموقعين (7 و 19) يمكن تفسيره نتيجة للمدخلات الخارجية من الأوراق الجافة والمواد النباتية المحروقة جزئيا في الحرائق التي وصلت إلى مظلات الاشجار والتي اندمجت في الطبقات السطحية للتربة، وقد يعزى إلى أن الاحتراق الجزئي للبقايا العضوية وذلك نتيجة انخفاض درجات الحرارة في السنتيمترات العلوية الاولى من التربة أثناء الحريق تتوافق هذه النتائج مع عدة دراسات سابقة (Scharenbroch *et al*., 2012; Johnson et al., 2001).

يلاحظ استمرار الانخفاض في الكربون العضوي حتى العام التالي وذلك في جميع المواقع وبشكل معنوي باستثناء المواقع التالية (5 و13 و14 و17) حيث لم تكن الفروق معنوية الشكل(2)، ومنه يمكن أن نقول أن هذه المواقع شهدت حرائق منخفضة الشدة مقارنة بالمواقع الأخرى، حيث استطاع الغطاء النباتي ترميم واستعادة نفسه على عكس باقي المواقع التي أظهرت أثراً طويل الامد بسبب تعرضها لحرائق يمكن تصنيفها بأنها عالية الشدة وبالتحديد المواقعين (1و3) اللذين أظهرا انخفاضاً أكبر مقارنة مع الشاهد، ويعزى السبب في ذلك تكرار اندلاع الحرائق في ذات المواقع في العام التالي، بينما الموقعين اللذين شهدا ارتفاع في الكربون العضوي(7و19) بعد أسبوعين من الحرائق فقد لوحظ منحى معاكس بعد عام إذ انخفضت نسبة الكربون العضوي مقارنة بالشاهد، هذا وقد يعزى ذلك لهطول الأمطار الغزيرة بين شهر تشرين الثاني سنة 2020 وشهر كانون الثاني من سنة 2021 التي أعقبت نشوب الحريق عاملاً رئيسيًا يساهم في انخفاض محتوى التربة من الكربون العضوي (Granged *et al*., 2011).



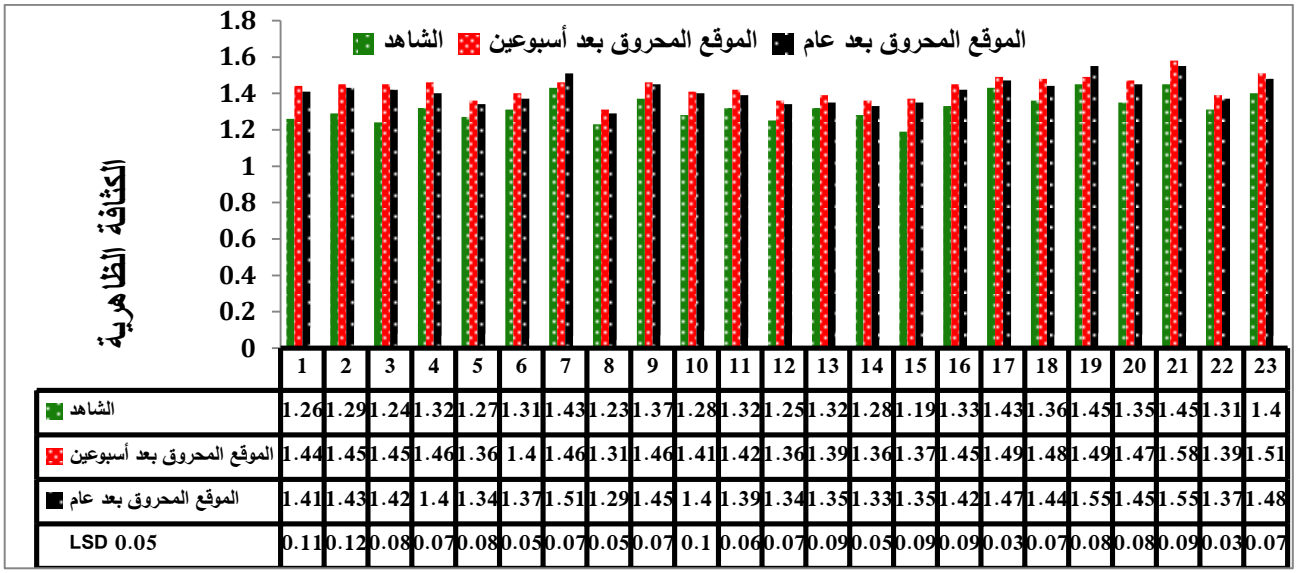
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
الشاهد	4.55	2.91	3.99	2.69	2.56	3.48	1.51	2.1	1.99	1.38	1.16	1.45	1.59	2.01	2.62	1.63	0.96	1.21	1.05	1.52	0.88	1.11	1.09
الموقع المحروق بعد أسبوعين	2.26	2.14	2	2.25	2.49	2.44	2.66	1.75	1.47	0.91	0.87	0.94	1.44	1.77	1.54	1.29	0.78	0.85	1.39	0.86	0.64	0.89	0.72
الموقع المحروق بعد عام	2.18	2.2	1.94	2.27	2.54	2.58	1.19	1.83	1.52	1.11	0.97	1.03	1.56	1.95	1.71	1.33	0.88	0.9	0.95	0.89	0.66	0.93	0.78
LSD 0.05	0.32	0.22	0.49	0.23	0.1	0.5	0.13	0.17	0.14	0.13	0.12	0.29	0.12	0.11	0.15	0.22	0.1	0.15	0.14	0.36	0.18	0.17	0.13

الشكل (2) أثر الحريق في محتوى التربة من الكربون العضوي.

3- اثر الحريق على الكثافة الظاهرية للتربة:

تشير القيم المدرجة في الشكل (3) إلى أن حرق منظومة الغابة والنبت الطبيعي أدى إلى ارتفاع الكثافة الظاهرية وبشكل معنوي في جميع المواقع مباشرة بعد أسبوعين من الحريق باستثناء الموقع السابع لم يكن معنوياً، إذ نلاحظ من الشكل وجود تباين في قيم الكثافة الظاهرية للتربة بين منظومة الغابة و النبت الطبيعي بالمقارنة مع المواقع المحروقة وقد اتخذت قيم الكثافة الظاهرية للتربة منحى معاكس للكربون العضوي فقد ارتفعت في الجزء المحروق مقارنة مع الجزء غير المحروق في الغابة وقد كانت ادنى نسبة في ارتفاع قيم الكثافة الظاهرية في الجزء المحروق في الموقع السابع (2.09%) في حين كانت اعلى نسبة ارتفاع للكثافة الظاهرية في الموقع الثالث بمقدار (16.94%) وقد يعود السبب في ارتفاع قيم الكثافة الظاهرية للتربة في الجزء المحروق من الغابة مقارنة مع الجزء الغير محروق إلى انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية في الجزء المحروق نتيجة الحريق هذا من جهة، وقد يعود من جهة أخرى إلى انغلاق مسامات التربة نتيجة تشكل الطبقة الكارهة للماء الناتجة عن تقطر المركبات العضوية المتحررة اثناء احتراقها وتحركها نحو الأسفل إلى داخل التربة كي تتكاثف على جزيئات التربة الباردة وتشكل طبقة شمعية تغلق المسامات فيقل الحجم الكلي للتربة وتزداد الكثافة الظاهرية. (Certini, 2005; Wondzell *et al.*, 2003).

ولقد استمر هذا الاثر بعد عام واحد من اندلاع الحرائق في جميع المواقع ولكن بدرجة أقل حيث كانت الفروق معنوية باستثناء الموقعين (5 و13) حيث لم تكن الفروق معنوية. الشكل(3).



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
الشاهد	1.26	1.29	1.24	1.32	1.27	1.31	1.43	1.23	1.37	1.28	1.32	1.25	1.32	1.28	1.19	1.33	1.43	1.36	1.45	1.35	1.45	1.31	1.4
الموقع المحروق بعد أسبوعين	1.44	1.45	1.45	1.46	1.36	1.4	1.46	1.31	1.46	1.41	1.42	1.36	1.39	1.36	1.37	1.45	1.49	1.48	1.49	1.47	1.58	1.39	1.51
الموقع المحروق بعد عام	1.41	1.43	1.42	1.4	1.34	1.37	1.51	1.29	1.45	1.4	1.39	1.34	1.35	1.33	1.35	1.42	1.47	1.44	1.55	1.45	1.55	1.37	1.48
LSD 0.05	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	0.07	0.1	0.06	0.07	0.09	0.05	0.09	0.09	0.03	0.07	0.08	0.08	0.09	0.03	0.07

الشكل (3) أثر الحريق على الكثافة الظاهرية للتربة.

4-أثر الحريق في متوسط قطر التجمعات الموزونة:

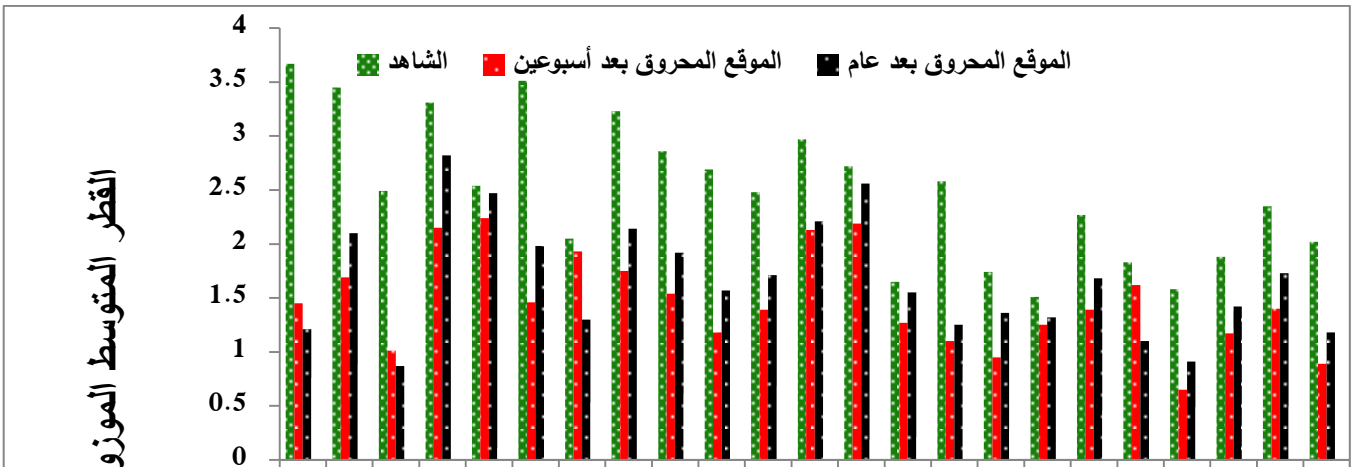
تشير قيم متوسط قطر التجمعات الترابية إلى ثباتية البناء إذ تدل القيم العالية له على الثباتية الجيدة للبناء وهذا ينعكس بدوره وبشكل إيجابي على كل من معدل الارتشاح ومقاومة التربة للانجراف المائي.

حيث نتج عن اندلاع الحرائق انخفاض ملحوظ في قيم القطر المتوسط الموزون وبشكل معنوي مقارنة مع الجزء غير المحروق وذلك مباشرة بعد أسبوعين من اندلاع الحريق في جميع المواقع باستثناء الموقع السابع، ويعود هذا الانخفاض إلى انخفاض محتوى التربة من المادة العضوية جراء تعرضها للحريق. يؤدي ذلك إلى انخفاض مركبات الهيوميك التي تربط جزيئات التربة مع بعضها البعض في تجمعات ثابتة وبالتالي انخفاض متوسط قطر التجمعات الترابية الموزونة. (Shepherd *et al.*, 2001).

نلاحظ من الشكل (4) أن أعلى قيمة لمتوسط قطر التجمعات الموزونة في منظومة الغابة الغير محروقة كانت في الموقع الأول (3.67) مم في حين بلغت أدنى قيمة لمتوسط قطر التجمعات الموزونة في هذه المواقع هي في الموقع السابع عشر (1.51) مم في حين كانت أعلى قيمة لمتوسط قطر التجمعات الموزونة في المواقع المحروقة بعد أسبوعين من اندلاع الحرائق (2.24) مم وذلك في الموقع الخامس وأدنى قيمة في الموقع العشرين (0.65) مم. حيث كانت أعلى نسبة للانخفاض بعد اسبوعين من اندلاع الحرائق في الموقع الأول (60.49%) وأدنى نسبة انخفاض في الموقع السابع (5.85%).

هذا وقد استمر الأثر بعد عام في جميع المواقع وبشكل معنوي ولكن بدرجة أقل باستثناء المواقع التالية (5و13و14) كان الانخفاض فيها غير معنوي، قد يعود السبب في ذلك إلى أن هذه المواقع شهدت حرائق منخفضة الشدة مقارنة بالمواقع الأخرى حيث استطاع الغطاء النباتي

ترميم واستعادة نفسه على عكس باقي المواقع التي أظهرت أثراً طويل الامد بسبب تعرضها لحرائق يمكن تصنيفها بأنها عالية الشدة، في حين لوحظ انخفاض اكبر بعد عام في الموقعين الأول والثالث وهذا يعود إلى تكرار اندلاع الحرائق في ذات المواقع في العام التالي الشكل (4).



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
الشاهد	3.67	3.45	2.49	3.31	2.54	3.51	2.05	3.23	2.86	2.69	2.48	2.97	2.72	1.65	2.58	1.74	1.51	2.27	1.83	1.58	1.88	2.35	2.02
الموقع المحروق بعد أسبوعين	1.45	1.69	1.01	2.15	2.24	1.46	1.93	1.75	1.54	1.18	1.39	2.13	2.19	1.27	1.1	0.95	1.25	1.39	1.62	0.65	1.17	1.4	0.89
الموقع المحروق بعد عام	1.21	2.1	0.87	2.82	2.47	1.98	1.3	2.14	1.92	1.57	1.71	2.21	2.56	1.55	1.25	1.36	1.32	1.68	1.1	0.91	1.42	1.73	1.18
LSD 0.05	0.76	0.89	0.87	0.41	0.11	0.76	0.53	0.83	0.61	0.71	0.68	0.62	0.19	0.21	0.86	0.29	0.17	0.46	0.53	0.49	0.42	0.49	0.55

الشكل (4) اثر الحريق في متوسط قطر التجمعات الموزونة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

أظهرت نتائج هذه الدراسة تأثر عدد من خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية للتربة إثر اندلاع الحرائق، علماً أن هذه الآثار والمتغيرات هي أساساً ناجمة عن شدة الحريق.

حيث بينت نتائجنا أن الآثار المباشرة للحريق لا تزال موجودة بعد العام الأول من اندلاع الحريق، وأن حالة ما بعد الحريق قد تشكل خطراً متزايداً بفقدان التربة وانجرافها وهذا ماأثبتته نتائج التركيب الميكانيكي للتربة، في حين كان تأثير اندلاع الحرائق اكثر وضوحاً في الخصائص الكيميائية الذي انعكس بدوره على الخصائص الفيزيائية، حيث لوحظ انخفاض في محتوى التربة من الكربون العضوي وهذا بدوره انعكس على كل من الكثافة الظاهرية والقطر المتوسط الموزون مباشرة بعد اندلاع الحريق، وقد استمر هذا الاثر بعد عام في المواقع التي تعرضت لحرائق صنفت على أنها بين المتوسطة إلى العالية بينما لم يعد هذا الاثر ملاحظاً بعد عام من اندلاع الحرائق في المواقع التي شهدت حرائق منخفضة الشدة.

التوصيات:

- توصيف دقيق للحرائق في كل موقع من حيث الشدة والزمن والتكرار عن طريق دراسة شدة الحرائق من خلال بعض المؤشرات باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد.
- دراسة العلاقة بين شدات الحريق المحددة من خلال مؤشرات باستخدام تقنيات الاستشعار ونتائج تحاليل خواص التربة المدروسة.
- توسيع الدراسة لتشمل مساحة أكبر من مناطق اللاذقية.
- استكمال دراسة خواص التربة الأخرى التي لم يرد ذكرها في المقال (درجة الحموضة، الناقلية الكهربائية، السعة التبادلية الكاتيونية، محتوى التربة من العناصر المعدنية،...وغيرها).

References:

1. ANGER, D.; BULLOK, A. MS.; MEHUYS. *Soil Sampling and Methods of Analysis.* London 2008:811-820.
2. BRADY, N.; WEIL, R. *Elements of the nature and properties of soils*. 3nd. Pearson Education Inc. 2010.
3. CERTINI, G. *Effects of fire on properties of forest soils: A review. Oecologia*. 2005: 143, 1–10.
4. GIRONA-GARCIA, A.; ORTIZ-PERPINA, O.; BADIA-VILLAS, D.; MARTI-DALMAU, C. *Effects of prescribed burning on soil organic C, aggregate stability and water repellency in a subalpine shrubland: Variations among sieve fractions and depths*. Catena(166)2018:68 – 77.
5. GRANGED, A.J.P.; JORDAN, A.; ZAVALA, L.M.; MUNOZ-ROJAS, M.; MATAIX-SOLERA, J. *Short-term effects of experimental fire for a soil under eucalyptus forest (SE Australia)*. Geoderma. 2011:167–168, 125–134.
6. HATTEN, J.; ZABOWSKI, D.; SCHERER, G.; DOLAN, E. *A comparison of soil properties after contemporary wildfire and fire suppression.* Forest Ecology and Management. (220) 2005:227-241.
7. KNICKER, H. *How does fire affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? A review*. Biogeochemistry (85)2007: 91–118.
8. MATAIX-SOLERA, J.; CERDA, A.; ARCENEGUI, V.; JORDAN, A.; ZAVALA, L.M. *Fire effects on soil aggregation: a review.* Earth-Science Reviews. (109) 2011:44-60.
9. MEHDI, H.; ALI, S.; ALI, M.; MOSTAFA, A. *Effects of different fire severity levels on soil chemical and physical properties in Zagros forests of western Iran.* Folia Forestalia Polonica, series A,Vol. 54(4) 2012, 241–250.
10. MILL AJ.; FEY MV. *Frequent fires intensify soil crusting: physicochemical feedback in the pedoderm of long-term burn experiments in South Africa.* Geoderma (121) 2004:45–64
11. MOODY, J.A.; SHAKESBY, R.A.; ROBICHAUD, P.R.; CANNON, S.H.; MARTIN, D.A. *Current research issues related to postwildfire runoff and erosion processes*. Earth-Science Reviews (122) 2013:10-37.
12. MORGAN, P.; HARDY, C.C.; SWETNAM, T.W.; ROLLINS, M.G.; LONG, D.DG. *Mapping fire regimes across time and space: Understanding coarse and fine-scale fire patterns.* International Journal of Wildland Fire. (10) 2001: 329–342.
13. PEREIRA, P.; FRANCOS, M.; BREVIK, E.C.; UBEDA, X.; BOGUNOVIC, I. *Post-fire Soil Management*. Curr. Opin. Environ. Sci Health. (5)2018:26-32.

14. SCHARENBROCH, B.C.; NIX, B.; JACOBS, K.A.; BOWLES, M.L. *Two decades of low-severity prescribed fire increases soil nutrient availability in a Midwestern, USA oak (Quercus) forest*. Geoderma. 2012:183–184, 80–91.
15. SHAKESBY, R.A. *Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: review and future research directions.* Earth Sci. Rev. (105)2011: 71-10
16. Johnson DW, Curtis PS *Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis.* For Ecol Manage. (140)2001:227–238.
17. SHEPHERD TG.; SAGGAR, S.; NEWMAN RH.; ROSS, CW.; DANDO, JL. *Tillage-induced changes to soil structure and organic carbon fractions in New Zealand soils.* Aust. J. Soil Res., (39) 2001: 465-489.
18. TUEKER, F.T.; PAK, M.; OZTURK, A. *The Impact of Forest Fire Damages on the Total Economic Value of Forest Resources in Turkey*. International Forest Fire News, (33) 2005: 88-92.
19. VERGNOUX, A.; DIROCCO, R.; DOMEIZEL, M.; GUILIANO, M.; DOUMENQ, P.; THERAULAZ, F.A. *Effects of fire on water extractable organic matter and humic substances from Mediterranean soil: UV-vis and flourecsence spectroscopy approaches*. Geoderma. (160) 2011: 434-443.
20.WONDZELL,S.M.; KING, J.G. *Post-Fire Erosional Processes in the Pacific Northwest and Rocky Mountain Region.* Forest Ecology and Management. (178) 2003: 75-87.
21. XUE, L.; LI, O.; CHEN, H. *Effects of a Wildfire on Selected Physical, Chemical and Biochemical Soil Properties in a Pinus massoniana Forest in South China*. Forests (5)2014:2947-2966.