تأثير معاملة بقايا محصول القمح في بعض خصائص التّربة الميكروبيولوجيّة وإنتاجيّة نبات القمح

The Effect of Treatment Remainder of Wheat Crop in some Microbiological Distinction of Soil and Wheat Production

حسّان كور[1] عبد الغني خورشيد[1] أحمد خلف البليخ[1]

(1) قسم التّربة- كلية الزراعة- جامعة - حلب - سورية.

الملخص

نُفذ هذا البحث في محافظة الرقة (سورية) خلال الأعوام 2009 - 2011، حيث استخدمت ثلاث طرائق لمعاملة بقايا محصول القمح هي: الطمر، والجمع والحرق، واعتمدت طريقة القطاعات العشوائية الكاملة في تصميم التجربة، وذلك من أجل دراسة أثر معاملة هذه البقايا في بعض خصائص التّربة الميكروبيولوجيّة وإنتاجية محصول القمح، وتمت دراسة الخواص الميكروبيولوجيّة لهذه التربة على عمق 20 سم قبل وبعد الزراعة.

أظهرت النتائج أن طمر البقايا أدى إلى زيادة التعداد البكتيري العام والعدد الكلي للفطريات والعدد الكلي للأكتينومايست بنسبة 11.82، 14.49، 11.97 % على التوالي مقارنة مع أعدادها قبل الزراعة، في حين أدى حرق البقايا إلى نقص أعداد هذه الكائنات الحيّة الدقيقة بنسبة 7.98، 6.73، 8.58 % على التوالي مقارنة مع أعدادها قبل الزراعة، وعند مقارنة انتاجية القمح عند المعاملة بالطمر مع إنتاجيته عند المعاملة بالحرق، تبين انخفاض انتاجية محصول القمح بنسبة 3.79 % بشكل معنوي عند مستوى معنوية (P<0.05) لدى المعاملة بالحرق.

وعند مقارنة أعداد الكائنات الحيّة الدقيقة عند معاملة الجمع مع أعداد الكائنات الحيّة الدقيقة عند معاملة الحرق ظهر انخفاض معنوي بين أعداد الفطور بنسبة 16.29 %، وكذلك انخفاض معنوي بين أعداد الأكتينومايست بنسبة 11.83 % عند المعاملة بالحرق، وعند مقارنتها مع معاملة الطمر ظهرت زيادة وبفروق معنوية بين أعداد الأكتينومايست فقط بنسبة 8.71 % عند المعاملة بالطمر عند مستوى معنوية (P<0.05).

الكلمات المفتاحية: القمح، طمر، حرق، جمع، خصائص ميكربيولوجية للتربة، إنتاجية القمح.

ABSTRACT

This research was carried out in Al- Raqqa Governorate (Syria)(2009- 2011) , where three methods were used in treating wheat crop residues (burying, collecting, burning). The Randomized Complete Black Design (RCBD) had been adopted in designing the experiment. In order to study treatment impact of these residues on some microbiological properties of soil and yield of wheat crop, The microbiological properties of the soil were studied at a depth of 20 cm before and after cultivation.

The most important results were that burying of wheat residues had led to increasing the total number of bacteria, Fungus total number and Actinomys total number (11.82, 14.49 and 11.97% respectively) in comparison with their numbers before cultivation. While the burning of wheat residues had led to decreasing the number of these micro-organisms (7.98, 6.73 and 8.58 % respectively) in comparison with their numbers before cultivation.

©2014 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN:2305 - 5243**

The Arab Journal for Arid Environments 7 (1 - 2) : 125 - 134 المجلة العربية للبيئات الجافة 7 (1 - 2): 125 - 134

While comparing the productivity of wheat crop under burying treatment with the productivity of wheat crop under burning treatment, it was observed that wheat productivity decreased by 3.79% significantly (P<0.05) under burning treatment.

When comparing the numbers of microorganisms under collecting treatment with the numbers of microorganisms under burning treatment, there was significant differences in decreasing of the numbers of Fungus (16.29%) and in decreasing the numbers of Actinomys (11.83%) under burning treatment. and by comparing it with burying treatment there was significant differences (P<0.05) in increasing the numbers of Actinomys (8.71%) under burying treatment.

Key words: Wheat residues, Burying, Burning, Collecting, Microbial properties of soil, Wheat productivity.

المقدمة

تعدّ التّربة مأوى لأعداد لا تحصى من النباتات والحيوانات، والكائنات الحيّة الدقيقة، فقد وصف بيتر فارب بعض الأوجه الغامضة لهذا العالم السفلي حيث قال:إننا نعيش على قمم سقف عالم خفي علينا، فتحْتَ سطح التّربة ترقد أرض السحر والغموض، أرض مختلفة بدرجة تدعو للدهشة، حيث تعمل الكائنات الحيّة الدقيقة والحيوانات معاً كفريق عمل، وإن الدور الرئيس لهذه الحيوانات هو التفتيت والخلط، والذي يزيد بشدة مساحة السطح، ويحضر المادة العضويّة للكائنات الحيّة الدقيقة (العيبان وزملاؤه، 2003). وتعد التّربة وطناً لعدد هائل ومتنوع من الأحياء التي تقوم بوظائف مختلفة وواسعة لتكون التّربة صحيحة وطبيعيّة، وإحدى وظائف هذه الأحياء دمج المواد في نظام التّربة وإسهاماتها في تدوير الكربون والآزوت والكبريت (Heijnen،1991). لقد جرت العادة في سورية على حرق بقايا التقليم الصغيرة في الحقل مباشرة بعد تكويمها في صفوف بين الأشجار، حيث تتحول إلى رماد غني بالعناصر المعدنية (K بشكل خاص، ونسبة أقل من العناصر الأخرى)، وإن نثر هذا الرماد لن يعيد إلى التّربة إلا جزءً قليلاً من العناصر الممتصة من قبل النبات، في حين أنه يمكن الاستفادة من هذه البقايا بتقطيعها إلى أجزاء صغيرة وقلبها في التّربة مباشرة، إن هذه العملية أفضل بالمقارنة مع الحرق شأنها شأن باقي المنتجات الثانوية للمزرعة، حيث تهاجمها الكائنات الحيّة الدقيقة في التّربة وتحولها إلى دبال وعناصر غذائية، وتزداد كفاءة هذه العملية بإضافة المواد المحفزة للتخمر كإضافة الآزوت والفوسفور (بوعيسى،2008). تتحلل جميع أشكال المواد العضوية النباتية والحيوانية في التّربة بفعل مهاجمتها من قبل الكائنات الحيّة الدقيقة والعوامل الحيوية، وان من أحد أشكال هذا التحلل هو الدبال، وما يرافقه من أحماض دبالية، حيث تنشأ نواتج الدبال من خلال هذا التحلل والتي تحمل شحنات كهربائية سالبة، لذلك فإن الدبال له قدرة كبيرة على تبادل القواعد الأرضيّة (كبيبو، 2005). تقوم الكائنات الحيّة الدقيقة بتحليل الكثير من العناصر الغذائية الموجودة في التّربة من الصورة غير الميسرة إلى الصورة الميسرة، وتعد عملية تثبيت الآزوت الجوي، والمساعدة على إذابة الفوسفات المعدني غير الذائب في التّربة، وتحرير البوتاسيوم في صورة قابلة للاستفادة من قبل النبات، والتي تقوم بها الكائنات الحيّة الدقيقة من أهم الآليات التي تؤثر في النبات (البلخي، 2005). ينتج عند إضافة البقايا النباتية مباشرة إلى الأرض في المراحل الأولية للتحلل مركبات ضارة أو سامة، وتسبب المواد الفقيرة بالنتروجين نقصاً في النتروجين الصالح للنباتات النامية خلال الأسابيع القليلة الأولى بسبب التحلل السريع واستخدام النتروجين الموجود بالأرض والمتحرر من عملية التحلل الميكروبي التي تعد أسرع من النباتات في امتصاص النتروجين من التّربة (السكري وزملاؤه، 2003). يتحلل القش ويطلق الكربون للأحياء الدقيقة بسهولة أكثر من المواد الخشبية ويحدث هذا لأن مركبات الكربون في المواد الخشبية تكون مقيدة بواسطة الليغينين الذي يكوّن مركبات عضوية مقاومة بشكل عال للتحلل البيولوجي، وبشكل مشابه فإن الكربون في عينة سكاكر مخلفات الثمار يكون مستهلكاً بسرعة أكبر عن طريق الأحياء الدقيقة منه في كربون السيللوز في القش (LSUAC، 1996). يحدث التفكك السريع للبقايا في المرحلة الأولى من التحلل بوجود البكتيريا المعتمدة على الأوكسجين، حيث يحصل خلالها فقد كبير للنتروجين والمادة العضويّة، ولتجنب الفقد الكبير تضاف كميات إضافية من القش فوق الطبقات مما يحد من فقدان النتروجين والمادة العضويّة (عامر، 2007). إن انتقال الحرارة إلى التّربة هي إحدى الآليات التي تؤثر فيها النّار في خواص التّربة الفيزيائيّة والكيميائيّة والحيويّة (Neary وزملاؤه، 1999). وتؤثر شدة النّار وكثافتها في التأثير اللاحق لها في خواص التّربة، حيث تؤدي درجة الحرارة العالية إلى قتل الكائنات الحيّة في التّربة، وقتل الجذور النباتية والبذور، وتدمير المادة العضويّة (Campbell وزملاؤه، 1995). إن أغلب العناصر الغذائية المتحررة بوساطة النّار هي العناصر الضرورية نفسها المتحررة بوساطة التحلل الميكروبي المستمر في التّربة، إلا أن العناصر أو الأشكال الكيميائيّة المتحررة بوساطة التحلل الميكروبي تكون بنسب أقل مما هو عليه الحال عند تحررها بالنّار، فالتغيرات الكيميائيّة التي تقوم بها الميكروبات خلال سنوات تحدث هنا خلال عدة ثوان (DeBano وزملاؤه، 1998). ويمكن اعتبار النّار من وسائل التحلل السريع

جداً، وهي تشبه عملية التحلل الميكروبي (Harvey وزملاؤه،1981). تؤدي النّار إلى تحويل الأشكال العضويّة الصعبة إلى أشكال لا عضوية صالحة للاستعمال بشكل غير مباشر بتوفر شروط مناسبة للتحلل الميكروبي (Ecological Society of America،2002). إن ما ينتج عن الحرق من مواد جديدة قد تؤثر في الكائنات الحيّة الدقيقة المحللة للمادة العضويّة وبالتالي في غذاء التّربة والنبات على الأقل في المدى القريب (Callaham، 2008). يتراوح تأثير الأحياء الدقيقة في التّربة بين تأثير غير واضح تماماً في حالة الكثافة المنخفضة للنار إلى تعقيم كامل للطبقة السطحيّة من التّربة في حالة الحرائق الهائلة والحادة جداً (Jorgensen، 1970). لايتعلق انخفاض أعداد الأحياء الدقيقة بعد التعرض للنار بانخفاض نشاط الأحياء الدقيقة في التّربة، لأن ما يتبقى من أحياء دقيقة بعد الحرق قد يزداد نشاطها مقارنة مع الأحياء الدقيقة قبل التعرض للنار أو للحرق.أظهرت الدراسات زيادة بعض العمليات الناتجة عن الأحياء الدقيقة بعد الحرق في السهول العشبيّة الاستوائية في البرازيل، مثل زيادة إنتاج الميثان وثاني أوكسيد الكربون والذي قد يستمر لسنة كاملة بعد التعرض للنار أو للحرق (Poth وزملاؤه، 1995). لقد انخفضت أعداد الكائنات الحيّة الدقيقة مع تكرار تعرض التّربة للنار في غابات الصنوبر على السهل الساحلي لكارولينا الشمالية عند تكرار الحرق بشكل دوري كل 3 إلى 4 سنوات، حيث بلغ انخفاض عددها 75إلى 80 % عندما تم الحرق بشكل سنوي (Brand،2002، Dress،2004). ولوحظ انخفاض أعداد الكائنات الحيّة الدقيقة الموجودة في التّربة عند التعرض للحرق، ويعزى التأثير السلبي للنار في الكائنات الحيّة الدقيقة إلى خفض أو تخريب البيئات التي تعيش فيها هذه الكائنات، لأن معظم هذه الكائنات الحيّة تعيش على بقايا الأوراق النباتية المتفسخة والتي تفقد نتيجة التعرض للنار أو للحرائق الشديدة (Callaham، 2008). يؤخذ التغير في أعداد الكائنات الحيّة الدقيقة في ترب المناطق المحروقة كمؤشر على شدة النّار، ففي إحدى الدراسات التي أجريت في جنوب كاليفورنيا وجد (Henig-Sever وزملاؤه، 2001) أن مدى تأثر أعداد الكائنات الحيّة في التّربة كان مؤشراً جيداً على شدة النّار، وكما تتأثر الكائنات الحيّة الصغيرة بالنّار فإن حيوانات التّربة الكبيرة تتأثر أيضاً بها (Callaham، 2008). وتؤثر النّار في حالة العناصر الغذائية في التّربة بشكل عام، وهذا قد يؤثر أيضاً في مجاميع الكائنات الحية في التربة (Kalisz،2000). وفي دراسة أخرى أجريت على ترب المراعي في كانساس الأمريكية لدراسة تأثر الكائنات الحيّة بالنّار، تبين أن ديدان الأرض تتأثر بمعنويّة عند تعرضها للنار في ترب المروج أو المراعي المدروسة (Callaham وزملاؤه، 2003). لابد لفهم تأثير النّار في الكائنات الحيّة الكبيرة من فهم وتمييز الترابط بين النباتات فوق سطح التّربة والكائنات الحيّة (Wardle وزملاؤه، 1998). ولم يكن لعملية حرق البقايا النباتية تأثير واضح في أعداد الأكتينومايست، ويعزى السبب في ذلك إلى انخفاض مجاميع الأكتينومايست في التّربة، والجدير بالذكر أن الحرق لم يكن هو العامل أو السبب الرئيس في انخفاض أعداد الأحياء الدقيقة، ويعود هذا الانخفاض إلى انخفاض نسبة المادة العضويّة في التّربة (الحسبات، 2008). يتركز تأثير النّار فقط على سطح التّربة، ويرتبط هذا التأثير مع عوامل عديدة مثل زمن وشدة النّار، وقد انخفضت الكتلة الميكروبية مقارنة مع الشاهد بمعدل 32 % عند تكرار الحرق بشكل سنوي وبمعدل 21 % في الحرق الدوري (Bryan، 1996). يمكن أن تؤثر النّار في الكائنات الحيّة بشكل مباشر أو غير مباشر، ويعتمد حجم التأثير على كثافة النّار وزمن التعرض لها بالإضافة إلى محتوى التّربة من الرطوبة (Menaut وزملاؤه و1993 ،DeBano وزملاؤه، 1998). إذ لقلب البقايا النباتية في التّربة أثر إيجابي في زيادة مجاميع الأحياء الدقيقة (بكتيريا، فطور، أكتينومايست) وهناك أثر سلبي لحرق البقايا النباتية في انخفاض مجاميع الأحياء الدقيقة في التّربة (الحسبات، 2008). يؤدي حرق بقايا المحاصيل إلى إنقاص المادة العضويّة في التّربة والمخلفات النباتية والحيوانية الموجودة على سطح التّربة المحروقة، إذ يعمل على تخريبها أو إزالتها محدثاً تغييراً في الخصائص الكيميائيّة والفيزيائيّة والحيويّة للتربة (Diaz- Fierros وزملاؤه، 1989؛ Kivi،1994). وتكون التّربة فقيرة جداً بالنشاط البكتيري عندما تكون نسبة C:N أقل من 10:1 أي أن معدلات التحلل البكتيري تكون بطيئة جداً، بينما تكون التّربة ذات نشاط بكتيري عادي عندما تكون هذه النسبة تساوي 10:1، وتكون غنية جداً بالنشاط البكتيري عندما تكون هذه النسبة C:N بين 10إلى 15 فما فوق، وبالتالي تكون معدلات التحلل للمخلفات النباتية والعضويّة مرتفعة جداً (O،lear، 1996). يتم تثبيت الآزوت الجوي وإعادته من جديد إلى التّربة بعد الحريق عن طريق الكائنات الحيّة الدقيقة المثبتة للآزوت الجوي والتي تتزايد بأعداد كبيرة جداً في التّربة بعد الحريق مباشرة (Schlesinger،1992 و Garcia،1994) لذا يجب اتباع الطرائق الزراعية التي تؤدي إلى المحافظة على المادة العضويّة ونشاط الكائنات الحيّة في التّربة، ويمكن الوصول إلى هذه النتيجة عن طريق تشجيع استعمال الأسمدة العضويّة وطمر القش ومخلفات المحاصيل وعدم حرقها (Schlesinger، 1992).

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر طرائق معاملة بقايا محصول القمح (طمر، جمع، حرق) في:

أعداد بعض الكائنات الحيّة الدقيقة الموجودة في التّربة وهي (البكتريا- الفطور- الأكتينومايس)، وفي إنتاجية محصول القمح.

الجدول1. المعطيات المناخية خلال فترة تنفيذ التجربة (موسمي 2010 و2011).

القراءة	الأمطار (ملم)		سرعة رياح (م/ثا)		حرارة عظمى (م°)		حرارة صغرى (م°)	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
يناير	14.57	17.67	3.99	21.80	15.52	13.39	3.58	1.45
فبراير	18.20	13.44	4.38	19.99	16.14	15.29	5.14	3.25
مارس	12.09	5.58	19.21	6.35	23.35	21.06	8.16	5.26
إبريل	9.30	20.70	6.50	7.25	26.70	24.17	11.30	11.00
مايو	0.31	0.93	7.81	7.12	32.97	30.42	16.71	15.61
يونيو	0.00	0.00	31.35	7.90	37.93	36.87	20.67	20.67
يوليو	0.00	0.00	8.71	7.71	40.33	40.35	23.90	23.61
أغسطس	0.00	0.00	6.20	6.83	42.22	38.58	24.66	23.06
سبتمبر	0.00	4.20	6.44	5.46	34.80	34.90	21.23	19.13
أكتوبر	18.60	15.19	5.92	4.95	30.26	26.87	14.94	10.71
نوفمبر	0.00	14.40	3.59	3.99	25.17	16.37	4.03	2.90
ديسمبر	42.47	24.49	1.27	3.39	16.68	12.68	2.48	-0.58
المتوسط	**115.54**	**116.60**	**8.78**	**8.56**	**28.51**	**25.91**	**13.07**	**11.34**
	116.07		**8.67**		**27.21**		**12.21**	

مواد البحث وطرائقه

تم تنفيذ هذا البحث في محافظة الرقة (سورية)، التي تتميز بموقعها في المناخ الجاف الذي يتصف باختلاف كبير في درجات الحرارة، وبفترة جفاف تستمر تسعة أشهر، حيث جرى تصنيفها ضمن منطقة الاستقرار الهامشية لقلة أمطارها، ويلاحظ من خلال الجدول 1 أنّ معدّل الأمطار الهاطلة سنوياً بلغ 116.07 ملم، وبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى 27.21م°، ولدرجات الحرارة الصغرى 12.21م°، ويصل متوسط درجة الحرارة العظمى للشهرين الأكثر حرارة (يوليو وأغسطس) 40.37م°، ويصل متوسط درجة الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة (يناير) 2.52م°، وتزداد سرعة الرياح خلال فصلي الربيع والصيف، وبشكل عام بدءً من شهر فبراير حتى شهر سبتمبر مما يشير إلى قارّية المناخ في منطقة الدراسة.

تم تحديد مساحة 150م^2 من القمح (موسم الحصاد السابق 2009)، وتمت عملية الحصاد اليدوي لهذه المساحة وإزالة عيدان الحصيد الناتجة عنها نهائياً بتاريخ 2009/5/18، وتم تحديد نسبة C:N في قش القمح فكانت 80:1 ثم نفذت عملية الدراس الآلي للقش بوساطة الدرّاسة وتقطيعه إلى قطع صغيرة بتاريخ 2009/6/21. وتم وزن القش الناتج بعد الدراس فبلغ 110 كغ قش/150م^2، وبعد أن تم تحديد أرض تنفيذ التجربة في مكان غير مكان حصاد موسم 2009 ومساحتها 150م^2 كانت مزروعة بالشوندر السكري، وبعد الانتهاء من ازالة موسم الشوندر السكري، تم تقسيم أرض التجربة إلى 9 قطع تجريبية، مساحة القطعة التجريبية الواحدة=3×4=12م^2 (ثلاث معاملات تجريبية هي الطمر والجمع والحرق وفق ثلاثة مكررات) وتم ريّها مباشرة، وعند الرطوبة المناسبة للحراثة تم إعادة عيدان الحصيد المدروسة الناتجة عن حصاد مساحة تعادل مساحة القطع التجريبية التي يتم فيها طمر عيدان الحصيدة، أي بمعدل 26.4 كغ قش مدروس/قطع طمر عيدان الحصيد الثلاث، وتم قلب التّربة بوساطة المحاريث القرصية القلابة ليسهل طمر عيدان الحصيد في التّربة من جهة، ويسهل تحللها بوساطة الكائنات الحيّة الدقيقة من جهة ثانية. وتم إضافة الأسمدة العضوية (روث الأغنام) بمعدل 5 طن/هـ على القطع التجريبية كافةً، وقلب أرض التجربة بوساطة المحراث القلاب مرة ثانية بعد شهر ونصف ليسهل طمر الأسمدة العضوية في التّربة من جهة، حيث تكون الحشائش والأعشاب قد نمت جيداً، فيتم التخلص منها بهذه الفلاحة من جهة أخرى. وعند موعد الزراعة وأثناء تحضير الأرض للزراعة مباشرة تم قلب أرض التجربة بوساطة المحراث القلاب على عمق 20 سم. وأضيفت الأسمدة الفوسفاتية دفعةً واحدة مع ثلث كمية الأسمدة الآزوتية قبل الزراعة، وتم تنعيم الأرض وتسويتها بشكل جيد تمهيداً لزراعتها. تمت عملية الزراعة في بداية ديسمبر في كلا الموسمين، بوساطة البذّارة الآلية واستخدام البذار المغربل والمعقم بمعدل 250 كغ/هـ، وتمت عملية التسكيب بعد البذار مباشرة حيث بلغت مساحة القطعة التجريبية 12م^2 (قياساً على ماهو متبع في مراكز البحوث العلمية الزراعية في تجارب المحاصيل النجيلية، وبما يتناسب مع

تصميم التجربة المنفذ) وتمثل كل مسكبة قطعة تجريبية واحدة.

تم تصميم التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة (الجدول 2):

1. عدد المعاملات= 3 معاملات.
2. عدد المكررات= 3 مكررات.
3. عدد القطع التجريبية= 3×3= 9 قطع.
4. مساحة القطعة التجريبية= 3×4 =12م^2.
5. مساحة التجربة= 9 ×12= 108م^2.

الجدول 2. توزيع المعاملات التجريبية بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة.

المكررات	المعاملات		
R1	حرق S3	جمع S2	طمر S1
R2	طمر S1	حرق S3	جمع S2
R3	جمع S2	طمر S1	حرق S3

الجدول 3. الخواص الكيميائيّة والفيزيائية والميكروبيولوجيّة لموقع التجربة قبل الزراعة.

pH 5:1	EC 5:1	العناصر المغذّية (مغ/كغ)			(%)		أعداد الأحياء الدقيقة في 1غ تربة		
		N	P_2O_5	K_2O	OM	$CaCO_3$	البكتيريا×10^{-4}	الفطريات×10^{-4}	الأكتينومايس×10^{-4}
8.02	1.44	14.39	8.12	247	0.67	7.42	203	9.04	4.68

التحليل الميكانيكي للتربة		
رمل (%)	سلت (%)	طين (%)
58.53	24.12	17.35

عمق التّربة: للتحاليل الكيميائية والفيزيائية على عمق 30 سم، وللتحاليل الميكروبيولوجية على عمق 20 سم

من مثلث قوام التّربة (USDA) يلاحظ أنّ التّربة رملية لوميّة، قاعدية خفيفة (راين، 2003)، وذات درجة ملوحة خفيفة (Hatch Company، 1992) فقيرة بالآزوت والمادّة العضويّة، وفقيرة جداً بالفوسفور المتاح، ومتوسطة المحتوى من البوتاسيوم الذائب حسب Yakodin (1987).

أضيفت الأسمدة بناءً على نتائج تحليل التّربة، حيث أضيفت الأسمدة العضويّة دفعةً واحدةً مع الفلاحة الأولى أثناء إعداد الأرض لطمر قش القمح بعد الحصاد بمعدل 5 طن/هـ، وأضيفت الأسمدة الفوسفاتية دفعةً واحدة مع الفلاحة الأخيرة أثناء إعداد الأرض للزراعة بمعدل 200 كغ سوبر فوسفات ثلاثي (50 %) للهكتار، وتم إضافة الأسمدة الآزوتية على ثلاث دفعات متساوية بمعدل 320كغ يوريا (46 %) للهكتار، حيث أضيف ثلث الأسمدة الآزوتية قبل الزراعة، وأضيف الثلث الثاني عند الاشطاء، و الثلث الأخير عند بداية الإسبال، وتعد مياه نهر الفرات (مياه عذبة) هي المصدر الرئيس للمياه المستخدمة في الري، وقد تم إجراء التحاليل اللازمة للتعرف على المواصفات الكيميائيّة للمياه المستخدمة في الرّي (الجدول 4).

تم تحديد موعد الرّية الواحدة لمحصول القمح حسب حاجة النبات للماء، من خلال مراقبة رطوبة التّربة قبل الري من جهة، وظهور علامات العطش والظروف المناخيّة من جهة أخرى، وكانت كمية مياه الري المستهلكة في الرية الواحدة بمعدّل 800 م^3/هـ، وتم ري التجربة ست مرات، وبالتالي بلغت كمية المياه المستهلكة لري القمح القاسي 4800 م^3/هـ سنوياً، (الجدول 5):

الجدول 4. المواصفات الكيميائية للمياه المستخدمة في الرّي.

EC (ميلليموز / سم)	PH	(مغ/كغ)		ميلليمكافئ / لتر					
				الكاتيونات				الأنيونات	
		B	NO_3	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	CO_{3--}	HCO_{3-}	Cl^{-}	SO_{4-}
0.89	7.12	1.12	2.52	3.00	3.30	2.35	0.08	0.48	1.82	1.78	4.56

الجدول 5. توزيع مياه الري على ست ريّات خلال فترة تنفيذ التجربة في كل موسم.

الرّية	تاريخ الرّية	
	الموسم الأول	الموسم الثاني
الأولى	3/12/2009	5/12/2010
الثانية	20/1/2010	27/12/2010
الثالثة	23/2/2010	1/3/2011
الرابعة	25/3/2010	28/3/2011
الخامسة	16/4/2010	13/4/2011
السادسة	3/5/2010	2/5/2011

تمّت عمليّة حصاد كل قطعة تجريبية يدوياً على حدة بتاريخ 3/6/2010 في الموسم الأول وبتاريخ 29/5/2011 في الموسم الثاني، ثم تم وزن الحب الصافي والقش كل على حدة لكل قطعة تجريبية، وتم إعادة القش الناتج من القطع المحددة ليتم فيها حرق بقايا محصول القمح في هذه القطع، وبذلك يكون هناك ثلاث قطع تجريبية، طمر فيها بقايا محصول القمح من الموسم السابق (قطع الطمر)، وثلاث قطع تجريبية تم حرق بقايا محصول القمح فيها بعد حصاد الموسم الحالي (قطع الحرق)، وثلاث قطع تجريبية تم جمع بقايا محصول القمح منها بعد حصاد الموسم السابق ولم يتم طمر هذه البقايا ولا حرقها فيها (قطع الجمع).

الصّفات المدروسة

أ- قياسات التّربة: تم أخذ مئة عينة ترابية بشكل عشوائي من كل قطعة تجريبية بوزن 1غ تقريباً للعينة الفردية الواحدة (100غ للعينة المركبة الممثلة للقطعة التجريبية) على عمق 20 سم، وتشكيل عينة مركبة لكل قطعة تجريبية تمثلها، وذلك بعد الحرق بـ 48 ساعة، ووضعت هذه العينات في عبوات زجاجية عاتمة اللون ونظيفة ، وأجريت الاختبارات الحيوية على كل عينة من هذه العينات وفق الطرائق المعتمدة، وهذه الاختبارات الحيوية هي:

1- **التعداد البكتيري العام:** حسبت أعدادها على بيئة الآغار المغذي والمكون من (غ/ل ماء مقطر) ببتون:5، مستخلص لحم:3، Nacl، 15 Agar، ثم عقمت بالأوتوغلاف لمدة 15 دقيقة عند 121 م°، ثم حضنت الأطباق لمدة 5 أيام عند 30 م° بعد إجراء الزرع من التخفيف 10^{-4} بواقع 3 مكررات.

2- **العدد الكلي للفطريات:** تم حساب أعدادها على بيئة PDA (Potato Dextrose Agar) والمكون من (غ/ل ماء مقطر)

200 Form in Fusin potatoes +Glucose 20 +Agar، 15

ثم عقمت بالأوتوغلاف، وحضنت الأطباق لمدة 3 أيام على 25 م° بعد إجراء التلقيح من التخفيف 10^{-4} بواقع 3 مكررات.

3- **العدد الكلي للأكتينومايست:** قدرت أعداد الأكتينومايست على بيئة NystinAgar المكون من (غ/ل ماء مقطر) غلوكوز 2، كازيين 0.2، KH_2PO_4، 0.5 $MgSO_4.7H_2O$، 2 Agar 15، وتم تحضين الأطباق لمدة 12 يوماً على درجة حرارة 30 م° بعد إجراء التلقيح من التخفيف 10^{-4} بواقع ثلاثة مكررات.

ب- قياسات النبات:

تم وزن إنتاجيّة كل قطعة تجريبية على حدة وحسابها بـ كغ/هـ.

تحليل النتائج:

تم تحليل النتائج إحصائياً حسب الطرائق القياسيّة لهذا التّصميم باستخدام الحاسب الآلي للحصول على قيمة أقل مدى معنوي (LSR) وذلك من خلال التحليل الإحصائي باستخدام Genstat v7 ،وقورنت متوسّطات الصّفات المدروسة باختبار أقل فرق معنوي $L.S.D._{0.05}$ عند مستوى 5 % .

النتائج والمناقشة

1- تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في التعداد البكتيري العام:

يختلف تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في التعداد البكتيري العام في التّربة، فبعضها يؤدي إلى خفض التعداد البكتيري العام في التّربة، وبعضها يؤدي إلى زيادتها، حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنويّة بين طرائق معاملة بقايا محصول القمح على التعداد البكتيري العام في التّربة في كلا الموسمين، فقد تفوقت معاملة طمر بقايا محصول القمح S1 (207)×10^{-4} على معاملة الحرق S3 (196)×10^{-4} بفرق معنوي في الموسم الأول عند عند مستوى 5 % (الجدول 6).

أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملة الطمر S1 (247)×10^{-4} على معاملتي جمع وحرق بقايا المحصول S3،S2 (179و229)× 10^{4} على التوالي بفرق معنوي عند مستوى معنوية 5 %، كما تفوقت معاملة الجمع S2 (229)×10^{4} على معاملة الحرق S3 (179)×10^{-4}بفرق معنوي عند مستوى معنوية 5 %، ويعزى السبب الرئيس في انخفاض التعداد البكتيري العام في التّربة إثر عمليات الحرق إلى انخفاض نسبة المادة العضويّة الموجودة في التّربة، وهذه النتائج تتفق مع نتائج عباسي (1992) الذي أكد أن إضافة القش إلى التّربة تؤدي إلى سرعة تكاثر الأحياء المجهرية داخل التّربة، وتتفق كذلك مع نتائج Campbell (1995) و DeBano وزملائه (1998) الذين أكّدوا أن درجة الحرارة العالية تؤدي إلى قتل الكائنات الحيّة الموجودة في التّربة وخفض عددها. وقد بين تحليل التباين المشترك أن السنوات تملك تأثيراً معنوياً جداً في التعداد البكتيري العام في التّربة، وبالتالي فإن سلوك البكتيريا كان غير متشابه في موسمي النمو.

الجدول 6. تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في التعداد البكتيري العام (كائن/1غ تربة).

تعداد بكتيري عام (10^{-4})	طمر	جمع	حرق	المتوسط	$L.S.D._{0.05}$
	S1	S2	S3		
الموسم الأول	207^{Ab}	202^{ABa}	196^{Ba}	202^{b}	**6.652**
الموسم الثاني	247^{Aa}	229^{Ba}	179^{Cb}	218^{a}	**4.321**
المتوسط	**227**	**225**	**188**	**210**	

الحروف الكبيرة للمقارنة بين المعاملات للموسم نفسه، والحروف الصغيرة للمقارنة بين الموسمين للمعاملة نفسها.

2- تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في العدد الكلي للفطريات:

يرتبط العدد الكلي للفطريات في التّربة بالعديد من العوامل التي تؤثر فيها، وتعد العمليات الزراعيّة المنفّذة مثل طمر أو حرق أو إزالة بقايا محصول القمح من التّربة من العوامل المحددة للعدد الكلي للفطريات في التّربة. حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في كلا الموسمين وجود فروقات معنويّة بين بعض طرائق معاملة بقايا محصول القمح على العدد الكلي للفطريات في التّربة، ويظهر الجدول 7 تفوق معاملة طمر بقايا محصول القمح S1 (9.40)×10^{-4} على معاملة الحرق S3 (8.81)×10^{-4} بفرق معنوي، وذلك في الموسم الأول عند مستوى معنوية 5 %، أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملة طمر بقايا محصول القمح S1 (11.29)×10^{-4} على معاملتي الجمع والحرق للبقايا النباتية بفرق معنوي على التوالي S2،S3 (8.12و10.49)×10^{-4} عند مستوى معنوية 5 % (الجدول 7)، كما تفوقت معاملة الجمع S2 على معاملة الطمر S3 بنسبة 22.59 %، ويعزى ذلك إلى أنّ إضافة بقايا القمح وطمرها في التّربة أدى إلى سرعة تكاثر الأحياء المجهريّة الموجودة في التّربة وزيادة عددها ونشاطها، كما أن إضافة المخلفات العضويّة، ومنها بقايا محصول القمح، إلى التّربة يعني إضافة كميات هائلة من الأحياء المجهرية إلى التّربة، حيث تعد بقايا محصول القمح مصدراً جيداً للغذاء والطاقة اللازمة لأحياء التّربة المجهريّة، ولهذا فانه عند طمر بقايا محصول القمح في التّربة تشتد الفعاليات الميكروبيولوجيّة للتربة، في حين أدى حرق بقايا محصول القمح إلى عملية شبه تعقيم للتربة وبالتالي انخفاض أعداد هذه الكائنات. وقد بين تحليل التباين المشترك أن السنوات تملك تأثيراً معنوياً في العدد الكلي لفطريات التّربة، وهذا ما جعل العدد الكلي للفطريات غير متشابه في موسمي النمو.

الجدول 7. تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في العدد الكلي للفطريات (كائن/1غ تربة).

العدد الكلي للفطريات (10^{-4})	طمر	جمع	حرق	المتوسط	L.S.D $_{0.05}$
	S1	S2	S3		
الموسم الأول	9.40^{Aa}	9.18^{ABa}	8.81^{Ba}	9.13^{b}	**0.4719**
الموسم الثاني	11.29^{Aa}	10.49^{Ba}	8.12^{Ca}	9.97^{a}	**0.2283**
المتوسط	**10.35**	**9.85**	**8.47**	**9.55**	

تشير الحروف الكبيرة للمقارنة بين المعاملات للموسم نفسه، والحروف الصغيرة للمقارنة بين الموسمين للمعاملة نفسها.

3- تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في العدد الكلي للأكتينومايست:

يؤدي حرق بقايا المحاصيل إلى خفض نسبة المادة العضويّة الموجودة في التّربة وخفض المخلفات النباتيّة والحيوانيّة الموجودة على سطح التّربة المحروقة مما يؤدي إلى حدوث تغيير في خصائص التّربة الحيويّة. وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في كلا الموسمين وجود فروقات معنويّة واضحة بين طرائق معاملة بقايا محصول القمح على العدد الكلي للأكتينومايست في التّربة، ففي الموسم الأول تفوقت معاملة طمر بقايا محصول القمح S1 (5.04×10^{-4}) على معاملتي جمع وحرق بقايا محصول القمح S2، S3 (4.76×10^{-4} و 4.35×10^{-4}) على التوالي بفرق معنوي عند مستوى معنوية 5 %. كما تفوقت معاملة الجمع S2 (4.76×10^{-4}) على معاملة الحرق S3 (4.35×10^{-4}) بفرق (0.41×10^{-4}) عند مستوى معنوية 5%، أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملة الطمر S1 (5.44×10^{-4}) على معاملتي الجمع والحرق على التوالي S2، S3 (4.26×10^{-4} و 4.87×10^{-4}) بفرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % (الجدول 8)، كما تفوقت معاملة الجمع S2 على معاملة الحرق S3 بنسبة 12.52 % عند مستوى معنوية 5 %، وهذه النتيجة تتفق مع نتائج Henig وزملائه (2001) الذين أكدوا انخفاض أعداد الكائنات الحيّة الدقيقة عند حرق بقايا محصول القمح ويرجع ذلك إلى حرق المادة العضويّة الموجودة في التّربة. وقد بيّن تحليل التباين المشترك أن السنوات تملك تأثيراً معنوياً في العدد الكلي للأكتينومايست الموجودة في التّربة، وهذا ما جعل العدد الكلي للأكتينومايست غير متشابه في موسمي النمو.

الجدول 8. تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في العدد الكلي للأكتينومايست (كائن/1غ تربة).

العدد الكلي للأكتينومايست ($\times10^{-4}$)	طمر	جمع	حرق	المتوسط	L.S.D $_{0.05}$
	S1	S2	S3		
الموسم الأول	5.04^{Aa}	4.76^{Ba}	4.35^{Ca}	4.72^{b}	**0.1315**
الموسم الثاني	5.44^{Aa}	4.87^{Ba}	4.26^{Cb}	4.86^{a}	**0.0774**
المتوسط	**5.24**	**4.82**	**4.31**	**4.79**	

تشير الحروف الكبيرة للمقارنة بين المعاملات للموسم نفسه، والحروف الصغيرة للمقارنة بين الموسمين للمعاملة نفسها

4- تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في إنتاجية نبات القمح (كغ/هـ)

تعد الغلّة الهدف الأساس الذي من أجله يزرع أي محصول وهي المقياس الذي يعبّر عن جودة العمليّات الزراعيّة المنفّذة، ومن هذه العمليات الزراعية طرائق معاملة بقايا محصول القمح بعد الحصاد (طمر، حرق، إزالة.....الخ). حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين طرائق معاملة بقايا محصول القمح في كلا الموسمين عند مستوى معنوية 5 %، فقد أشارت نتائج التحليل الاحصائي في الموسم الأول إلى تفوق معاملة جمع بقايا محصول القمح S2 (4572) كغ/هـ على معاملة حرق بقايا محصول القمح S3 (4388) كغ/هـ بفرق معنوي، أما في الموسم الثاني فقد تفوقت معاملة الطمر S1 (4708) كغ/هـ على معاملتي الجمع والحرق S2، S3 (4611، و4420) كغ/هـ على التوالي بفرق معنوي (الجدول 9)، كما تفوقت معاملة الجمع S2 على معاملة الحرق S3 بفارق قدره 371 كغ/هـ، وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التي أشار إليها Henig وزملاؤه (2001) بأن المصدر الأساس للمادة العضويّة في التّربة هو البقايا النباتية، وتحت فعل الأحياء المجهريّة فإن الاستخدام المنتظم للأسمدة العضويّة يؤدي إلى زيادة غلّة المحاصيل الزراعيّة، وزيادة بقايا الجذور النباتية، وبقايا المحصول الذي يعمل أيضاً على خزن وتراكم احتياطي الدبال والآزوت في التّربة، مما يؤدي إلى تحسين خصوبة التّربة من جهة، وزيادة إنتاجية النبات من جهة ثانية.

وقد بين تحليل التباين المشترك أن السنوات تملك تأثيراً معنوياً جداً في إنتاجية القمح، وبالتالي فإن سلوك الإنتاجية كان غير متشابه في موسمي النمو.

الجدول 9. تأثير طريقة معاملة بقايا محصول القمح في إنتاجية نبات القمح (كغ/هـ).

إنتاجية القمح (كغ/هـ)	طمر	جمع	حرق	المتوسط	$L.S.D_{0.05}$
	S1	S2	S3		
الموسم الأول	4433^{ABa}	4572^{Aa}	4388^{Ba}	4464^{b}	**144.7**
الموسم الثاني	4708^{Aa}	4611^{Ba}	4420^{Ca}	4580^{a}	**53.5**
المتوسط	**4571**	**4592**	**4404**	**4522**	المتوسط

تشير الحروف الكبيرة للمقارنة بين المعاملات للموسم نفسه، والحروف الصغيرة للمقارنة بين الموسمين للمعاملة نفسها

الاستنتاجات :

1- تؤثر طريقة معاملة بقايا محصول القمح في التربة (طمر، جمع، حرق) في خواص التّربة الحيويّة والإنتاجية.

2- إن إضافة كميات كبيرة من القش إلى التربة وطمرها تؤدي إلى زيادة عدد الكائنات الحيّة الدقيقة الموجودة في التّربة، مما ينعكس ايجاباً على خصوبة التّربة ونشاط الكائنات الحيّة الدقيقة وإنتاجية نبات القمح.

3- يؤدي حرق بقايا محصول القمح إلى آثار سلبية في خصوبة التّربة من خلال خفض نسبة المادة العضويّة وعدد الكائنات الحيّة الدقيقة، مما ينعكس سلباً على خصوبتها الحيوية وإنتاجية النبات.

المقترحات:

1- تجنب حرق بقايا محصول القمح لما لذلك من أثار سلبيّة في المادة العضوية في التّربة بشكل مباشر.

2- طمر بقايا محصول القمح في التّربة حتى تتمكن الكائنات الحيّة الدقيقة من تحليلها دون أن يؤثر ذلك في كمية العناصر الغذائيّة الموجودة فيها وإتاحتها للنبات.

المراجع

- البلخي،مصطفى.2005.الأسمدةالحيويّةوأهميتهافيالزراعةالنظيفة.ندوةالتّربةواستصلاحالأراضي.قسمالتّربةواستصلاحالأراضي.كليةالهندسةالزراعية. جامعة حلب:311-324.
- بوعيسى،عبدالعزيز.2008.دراسةإمكانيةإنتاجسمادعضويمنمخلفاتأحطابالقطن.ندوةتحسينخصوبةالتّربةوالتقنياتالزراعيةالحديثة،جامعة البعث 2008/4/27.
- الحسبات، شيراز.2008. أثر حرق بقايا محصول الشعير في بعض خواص التّربة الحيويّة. رسالة ماجستير، جامعة الفرات،كلية الزراعة.ص 341.
- راين.2003.دليلتحليلالتربةوالنبات.المركزالدوليللبحوثالزراعيةفيالمناطقالجافة(ICARDA)،والمركزالوطنيللبحوثالزراعية(NARC)اسلام أباد، الباكستان. ص 172
- السكري، إبراهيم، وفواز كريمان، وحسن الشيمي.2003. أساسيات خصوبة الأراضي وتغذية النبات. قسم الأراضي والمياه. كلية الهندسة الزراعية. جامعة الإسكندرية.ص201.
- عامر، طلعت.2007. الكومبوست أساس الزراعة العضويّة وزارة الزراعة ، مجلة الزراعة،العدد الحادي والعشرون:.32-34.
- عباسي، زهير.1992. كيمياء الأسمدة. قسم التّربة واستصلاح الأراضي. كلية الهندسة الزراعية. جامعة حلب. ص55.
- العيبان، طلال سلوم، وطه حمادي الخليفة، وهيام محمد سعيد النومان .2003. إنتاج محاصيل الحبوب والبقول. الجزء العملي. كلية الزراعة،جامعة الفرات، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. ص 19.
- كبيبو، عيسى.2005. علم الأحياء الدقيقة، منشورات جامعة تشرين.309 صفحة.

- Brand, R.H. 2002. Effect of prescribed burning on epigeic springtails (Insect a: Collembolan) of woodland litter. American Midland Naturalist, 148: 383-393.
- Bryan, M.R. 1996. Effects of long – term prescribed burning on the activity of selected soil enzymes in an oak-hickory forest. Canadian Journal of Forest Research, 26: 1799-1804.
- Calla ham, M.A. 2008. Fire effects on soil Biota. Encyclopedia: p 678.
- Calla ham, M.A.; J.M.Blair, D.J. Kitchen and M.R. Whiles. 2003. Macroinvertebrats in North American tall grass prairie soils: Effects of fire, mowing, and fertilization on density and biomass. soil Biology and Biochemistry, 35: 1079-1093.
- Campbell, G.S.; J.D.Jungbauer, K.L. Bristow, and R.D.Hungerford . 1995. Soil temperature and water beneath a surface fire. Soil Science, 159(6): 363-374.
- DeBano, L.f., D.G. Neary, and P.F.folliott. 1998. Fire's effects on ecosystems. New York, NY: John Wiley and Sons Inc. 333pp.
- Diaz- Fierros., F.E. Benito, J.A. Vega, A. Castelao, B. Soto, R. Perez, and T. Tabooda. 1989. Solute loss and soil erosion in burnt soil from Galicia (NW Spain). Paper presented at the Third International Symposium on fire Ecology, Freiburg University, Freiburg, Germany.
- Dress, W. J., R.E.J. 2004. Patterns of micro arthropod abundance in oak-hickory forest ecosystems in relation to prescribed fire and landscape position. Pedobiologia, 48: 1-8.
- Ecological Society of America. 2002. Fire ecology. Available online at http://www.esa.org/education/fireecology.pdf.
- Garcia, F.O. 1994. Microbial biomass dynamics in tall grass prairie. Soil Science Society of America Jour. 58:816-823.
- Harvey, M.F.; A.E. Jorgensen, and M.J. Larsen. 1981. Effects of prescribed fire on soil nitrogen levels in a cutover Douglas- fire/ western larch forest. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Research Paper INT-275.
- Hatch Company. 1992. Soil and irrigation water interpretation manual. Hatch, USA.
- Heijnen, C.E. 1991. Adetermination of protective microhabitats for bacteria introduced into soil. FEMS Microbicel. Eceel., 85: 73-80.
- Henig-Sever, N.; D. Poiakov and M.Broza. 2001. Anovel method for estimation of wildfire intensity based on ash ph and soil micro arthropod community. Pedobiologia, 45: 98-106.
- Jorgensen .1970. Microbial characteristics of a forest floor after twenty years of prescribed burning. Mycological, 62: 721-726.
- Kalisz, P.J. 2000. Effects of prescribed fire on soil invertebrates in upland forests on the Cumberland Plateau of Kentucky. USA. Natural Areas Journal, 20: 336-341.
- Kivi, V. 1994. The impact of fire on forest soil. M. Sc. And ph. D.Estonia. V. Ip: 62-68.
- LSUAC (Louisiana State University Agricultural Center). 1996. Basic Principles of Composting-What Is Composting.
- Menaut, J.C.; L. Abbadie and P.M. Vitousek.1993. Nutrient and organic matter dynamics in tropical ecosystems. In: Crutzen PJ, Gold hammer JG (eds) Fire in the environment: the ecological, atmospheric, and climatic importance of fires. Wiley, Chichester, : 215-231.
- Neary, D.G.; and C.C. Klopatek.1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. Forest Ecology and Management, 122: 51-71.
- O,lear. H.A., T.R. Seastedt, J.M. Briggs, J.M. Blair. and R.A. Ramundo. 1996. Fires and topagrophic effects on decomposition rates and N dynamics of buried wood in tailgrass prairie. Division of biology. Kanasas Univ, Manhattan, Ks66506, U.S.A. and institute of arictic and Alpine research and dept. of E. P. O. Biology, Univ. Colorado, Boulder, Co 80309, U.S.A.
- Poth, M.; I.C. Anderson, A.C. Miranda, and P.J. Riggan, P.J. 1995. The magnitude and persistence of soil NO, N2O, CH4, and CO2 fluxes from burned tropical savanna in Brazil. Global Biogeochemical Cycles, 9: 503-513.
- Schlesinger W.H. 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and it>s relationship to vegetation and climate. Tellus series B: 81-88.
- Wardle, D.A.; O. Zackrisson, and M.C. Nilsson. 1998. The charcoal effect in boreal forests: mechanisms and ecological consequences. Oecologia, 115: 419-426.
- Yakodin B.A.1987. The Agriculture Chemistry Practica – Mosko. 189p.

Ref : 265 / Accepted 1 -2013