



## التنوع النباتي المصاحب لمحصول الطماطم باختلاف مناطق الدراسة بالجبل الأخضر

رجاء علي الشريف \*

محفوظ عبدالحفيظ عبدالرازق

كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة درنة- ليبيا

\* rjaalshryf35@gmail.com

**Received:** June 29, 2024; **Accepted:** Sep 10, 2024

---

**المخلص**— تشكل الحشائش أكبر تهديد لإنتاج الطماطم وذلك لخفضها الظاهر للقدرة الإنتاجية ورفع مدخلات الإنتاج والجودة؛ وتعتبر الأنواع النباتية متفاعل أساسي مع النظام البيئي للزراعة. تهدف هذه الدراسة الى دراسة التنوع النباتي المصاحب الى محصول الطماطم ومدى التأثير على هذا المحصول في مجتمعات نباتية او مناطق مختلفة وهي القبة، الظهر الحمر، تريت وعمر المختار. استخدمت بعض المؤشرات كأدوات مفتاحيه لإدارة حشائش الطماطم بالجبل الأخضر عبر اختيار أربعة حقول عشوائية في كل منطقة وتجميع الحشائش بمعدل (متر طولي لكل 10 متر طولي) وصنفت العينات وذلك بالتعرف على متوسط الأنواع المنتشرة ودرجة الانحراف المعياري بين المناطق، كثافة تغطية الأنواع، الكثافة النسبية، التكرار النوعي والتكرار النسبي ومؤشرات التنوع من خلال دليل شانون ودليل مارقاليف ودليل جاكادر. أظهرت النتائج عدم الاختلاف بين المناطق في متوسط تواجد الأنواع والانحراف المعياري بين المناطق والكثافة النسبية وتغطية الأنواع لسطح التربة والتكرار النسبي للأنواع ودليل شانون باختلاف مناطق الدراسة، بينما سجلت اختلافات بين مناطق الدراسة في كثافة تغطية المساحة وتكرار النوع ودليل مارقاليف ودليل جاكادر باختلاف مناطق الدراسة. يستخلص من هذه الدراسة بأن هذه الأدوات تعد وسيلة فاعلة في إدارة الإنتاج الزراعي بالنسبة لتنوع الأنواع النباتية في وحدة المساحة.

**الكلمات المفتاحية**— تنوع الحشائش؛ محصول الطماطم؛ الجبل الأخضر؛ الري بالتنقيط

**Abstract**— Weeds pose the greatest threat to tomato production due to their apparent reduction in production capacity and quality and increased production inputs. Plant species are considered essential interactions with the agricultural ecosystem. This study aims to study the plant diversity associated with the tomato crop and the extent of the impact on this crop in different plant communities or regions, which are El-Gouba, El-Thahar Alhmar, Teeret and Omar Al-Mukhtar. Some indices were used as tools for weed management in tomato production. From each location, four fields of weeds randomly were selected and one meter length for every 10 meters from each line was collected to study the weeds diversity. Some indices were used: mean, standard deviation, covering density, relative covering density, frequency, relative frequency, Shannon index, Margalef index and Jacardo index. The results showed that no difference between regions in the average presence of species, the standard deviation between regions, relative density, species coverage of the soil surface, relative frequency of species, and Shannon's index according to the study regions. Meanwhile significant effects with different locations in case of density of covering, species frequency, Margalef and Jacardo indices. In conclusion these tools are very beneficial in weed management and studying the species diversity.

**Keywords:** Diversity of weeds; Tomato crop; AL Jabal AL- Akhdar; Drip irrigation

---

## 1. المقدمة

الحشائش نباتات ظهرت دون الحاجة إليها واستنزفت جهد المزارع فيما قدمه من رعاية لمحاصيله لتشغل المكان مسببة مشاكل للعمليات الزراعية المختلفة [1]. تتطلع الزراعة الحديثة لحماية البيئة من التلوث وذلك عبر الإقلال من استخدام المبيدات الكيميائية والاتجاه نحو إدارة الحشائش [2]. يعرف مجتمع الحشائش بانه مجموعة من تفاعل عدة أنواع نباتية تستوطن نفس المساحة الأرضية [3] وتعرف الوفرة بقياس عدد أو تكرار الأفراد لنفس النوع النباتي بينما التنوع يشير لعدد الأنواع المتواجدة لنفس المساحة (ثراء الأنواع) ووفرتها (تساوي التوزيع) بالمساحة المعطاة أو بالمجتمع المدروس. الارتباط بين تنوع الأنواع وثبوت مجتمع الحشائش يجبر لثراء نوع داخل بقية أفراد العشيرة النباتية [4,5]، وحيوية مجتمع الحشائش في الأراضي الزراعية تتأثر بنوع المحصول وأسلوب الحرث وطرق ومعدلات التسميد وغيرها من المعاملات المنفذة في عملية الزراعة، بالإضافة لتأثير البيئة السائدة بمكوناتها من موقع جغرافي ونوع التربة وخصائصها وظروف المناخ السائد [6]. عند دراسة مجتمع الحشائش لأبد من اختيار الدليل المناسب للقياس وذلك لمعرفة التغيرات التي تطرأ على إدارة المحصول والتي تعتبر القاعدة الأولى لتكوين مجتمع الحشائش، أي تكون مجتمع جديد متلائم مع الأسلوب المدخل في إدارة المحصول [3,7]، بالإضافة إلى ان الدراسة بشكل مركز لوفرة وتنوع الحشائش يستفاد منها كمؤشر لنظم البيئة [8].

مسح الحشائش يستخدم عادة من مختصي الحشائش لمعرفة تأثير العمليات الزراعية في بيئة الحشائش فمثلا بعض الدراسات وضعت خرائط لتوزيع الحشائش للحصول على بيانات وصفية للتنوع وذلك للإجابة على تساؤلات تخص إدارة بيئة المزارعين [9,10]. تستجيب الحشائش لنوع المحصول بحيث تصاحب المحصول مع تغير البيئة، ودرجة الصحية تتأثر بالنظم الزراعية المتبعة [11]. وللنظم الزراعية تأثيرها الموجب أو السالب على وفرة وتنوع الحشائش المصاحبة باختلاف المناطق أو الحقول. ويعد الري بالتنقيط محدد لوفرتها وتنوعها [12]. حيث يعد محصول الطماطم من المحاصيل الشائع زراعتها بالتنقيط في الجبل الأخضر وتساهم نقاوة الحشائش بنحو 30% من مصاريف الإنتاج، ونظرا لعدم دراية المزارعين بمكافحة هذه الحشائش ولعدم وجود دراسات كافية تحدد الأنواع الأكثر انتشاراً مع محصول الطماطم باختلاف المناطق [13]، لذا فإن هذه الدراسة تعرض بعض التغيرات علي وفرة، وتنوع وتركيب مجتمع الحشائش المصاحب لمحصول الطماطم باختلاف بعض المناطق بالجبل الأخضر والمزروع بنظام الري بالتنقيط باستخدام عدة مؤشرات لتسهيل فهم استجابة الأنواع للتقنيات الحديثة للزراعة وأداره الحشائش المصاحبة للمحاصيل.

## 2. المواد وطرق البحث

## 1.1. منطقة الدراسة وطريقة جمع الحشائش

اجريت الدراسة ببعض مناطق الجبل الأخضر (القبه- الظهر الحمر- ترت- عمر المختار) والواقعة فلكيا بين خط طول 055921 شرقا وبين دائرتي عرض 310251 الي 325740 شمالا. وذلك بمسح حقول زراعة الطماطم حيث كانت جميع الحقول المزروعة في خطوط المسافة بينها 50 سم، و50 سم بين كل نبات والأخر على الخط. مع استبعاد الخطوط الطرفية وذلك بأخذ 10 عينات عشوائيا من الحشائش لكل 10 خطوط وفي الخط يتم تجميع الحشائش لمتري طولي بعد 9 أمتار [14] وكانت منطقة تجميع حشائش كل عينة على حدة وتصنيفها مثل ما أوضحت في دراسات سابقة [15].

## 2.2. تحليل البيانات

تم تقدير وفرة وتنوع أنواع الحشائش (عدد أفراد النوع الواحد لكل عينة) في حقول الطماطم لمناطق الدراسة من خلال حصر الحشائش الممسوحة والموضحة بالجدول (1) عبر عدة مؤشرات منها (التكرار، الكثافة النوعية، الكتلة الحيوية) كما أشارت عدة دراسات إلى ذلك [16].

## 1.1.2. التكرار (F) Frequency

وذلك بحساب نسبة النوع لبقية الأنواع في العينات المدروسة، وهو من الطرق السريعة والسهلة وتتأثر بحجم وشكل العينة.

$$\text{Frequency (\%)} = \frac{\text{number of sampling units in which target species occurred}}{\text{total number of sampling units}} \times 100$$

حيث يعتبر التكرار دليل مفيد لمراقبة ومقارنة التغير في نباتات مجتمع الحشائش إذ يعكس وجود وغياب النوع بالإضافة لطريقة التوزيع داخل المجتمع المدروس للأنواع [17].

التكرار النسبي (RF) Relative frequency، يعبر أيضا كنسبة لتشتت النوع في العينة بالنسبة لبقية الأنواع المتواجدة أي:

$$\text{Relative frequency} = \frac{\text{number of target species occurred}}{\text{number of all the species occurred}} \times 100$$

### 2.2.2. الكثافة النوعية (Density(D)

وتقاس الكثافة النوعية بقياس كثافة عدد نباتات النوع الواحد في مساحة العينة باستخدام نموذج مكيولا لتوقع متوسط كثافة النوع بمعايرة بيانات التكرار [18].

$$\text{Density} = \frac{\text{number of individuals of species occurred}}{\text{surface area of sampling unit}}$$

قابلية فصل الأنواع عن بعضها من الأساسيات الضرورية وذلك لان من الصعب قياس كل فرد بمفرده خاصة في مراحل النمو الأولى، أضف الي ذلك شكل الفرد قد يتغير حسب البيئة المحيطة مثلما لوحظ ذلك في دراسات سابقة [19] وبالتالي يضاف التكرار والكثافة لقياس الوفرة والكثافة النسبية (RD).

$$\text{Relative density} = \frac{\text{number of individuals of target species occurred}}{\text{number of individuals all the species occurred}}$$

تنوع الأنواع في الغالب يوصف بالتوازن أو الغنى (Richness or evenness). الغنى هو عدد الأنواع المتواجدة، بينما الاتزان يظهر درجة سيادة النوع [20]. ينقسم تنوع الحشائش داخل النوع إلى (ألفا) وبين الأنواع (بيتا). من أكثر الدلائل المستخدمة لدراسة التنوع هو دليل شانون (Shannon-weane) لقياس التنوع.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i (\ln p_i)$$

حيث Pi نسبة الفرد للنوع بالنسبة لبقية الأنواع في العينة و S مجموع الأنواع وتقع ما بين 1.5 الى 3.5 [21]. إلى جانب ذلك دليل مارقاليف للنوع D<sub>mg</sub> بحيث

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

حيث S عدد الأنواع و N مجموع أفراد كل نوع [22,23]، وبالإضافة الى ذلك تم استخدام دليل جاكاردو (J'):

$$J' = \frac{H'}{H_{max}}$$

حيث H' دليل شانون و H<sub>max</sub> أقصى قيمة لدليل شانون

### 3. النتائج والمناقشة

#### 1.3. تواجد الأنواع

أظهر مسح حقول الطماطم المزروع بالتنقيط في مناطق الدراسة ظهور بعض الأنواع من الحشائش في جميع حقول الطماطم بجميع مناطق الدراسة دلالة على مصاحبيتها للمحصول وتشمل الجلبان *Viciamonantha*، الشلطوم *Brassica tournefortii*، وابوركة *Tragus berteronianus*، إلا أن هناك بعض الأنواع ظهرت في مناطق ولم تظهر في مناطق أخرى دلالة على تأثيرها بعامل بيئي أو نوع الخدمة المساهمة في انتشار تلك الأنواع لثقل بذورها وبالتالي الانتقال من خلال الحيوانات الراعية أو بالأجزاء التكاثرية الخضرية مثل الريزومات المتنتقلة عبر الشتول أو حركة الآلات، ولما كان شوك الرقيطه *Silybum marianum* غير مستساغ لرعي الأبقار والأغنام وينتقل عبر ثلوث بذور محاصيل الحبوب ببذوره أدت لظهوره في كافة مناطق الدراسة باستثناء منطقة ترت، الحارة *Brassica nigra*، والعليق *Convolvulus arvensis*، لم تظهر أيضا تلك الأنواع في القبة وعمر المختار وظهرهما في بقية مناطق الدراسة وبالمثل وجد لسان الحمل *Plantage lanceolata*، بجميع حقول الطماطم لمناطق الدراسة باستثناء عدم ظهوره في عمر المختار كما لم يعثر الباحث على عنب الذيب *Solanum nigrum* في حقول طماطم منطقتي ترت

وعمر المختار ووجوده في القبة والظهر الحمر كما هو مبين في جدول (1)، ويكون ذلك الاختلاف لعدم ملائمة إما وسائل التكاثر أو البيئة لوجود الأنواع مثلما أشارت دراسات سابقة [19,16].

**جدول 1.** أنواع الحشائش المنتشرة في مناطق الدراسة (القبة- الظهر الحمر- ترت- عمر المختار)

مناطق الدراسة			أنواع الحشائش		
الظهر الحمر	عمر المختار	ترت	القبة	الاسم العلمي	الاسم المحلي
+	لا يوجد	+	+	<i>Silybum marianum. L</i>	ارقيطة
+	+	+	+	<i>Vicia monantha</i>	الجلبان
+	لا يوجد	+	لا يوجد	<i>Brassica nigra. L</i>	الحارة
+	+	+	+	<i>Brassica tournefortii</i>	الشلطوم
+	لا يوجد	+	لا يوجد	<i>Convolvulus arvensis. L</i>	العليق
+	+	+	+	<i>Tragus berteronianus. Deth</i>	بوركية
+	لا يوجد	+	+	<i>Plantage lanceolata. L</i>	لسان الحمل
+	لا يوجد	لا يوجد	+	<i>Solanum nigrum. L</i>	عنب الذيب

### 2.3. عدد الأنواع

لم تظهر المناطق المدروسة فروقاً معنوية في متوسط عدد الأنواع للمتر الطولي حيث كان الحد الأدنى في المتر الواحد 10 أنواع في القبة والظهر الحمر وفي المقابل 17.5 و 13.3 نوع بالمنطقتي ترت وعمر المختار كما مبين في جدول (2) إلا أن تلك الفروق لم تظهر أي فارق إحصائي ويعزي ذلك التفاوت الغير مؤثر إحصائياً الي قدرة الانتشار والوسائل المستخدمة ربما لم تكن متساوية إلى جانب الظروف البيئية خاصة التربة كما أشار لذلك عدة دراسات سابقة [24].

### 3.3. الانحراف المعياري من المناطق

بالرغم من انحراف منطقة ترت عن بقية مناطق الدراسة 1.292 انحراف معياري مقارنة بمنطقة عمر المختار 3.85 انحراف معياري (الجدول 2) إلا أن تلك الانحرافات لم تصل لمستوى الاختلاف على اعتبار المناطق متقاربة من حيث خطوط العرض بين عمر المختار في الغرب إلى الظهر الحمر في الشرق المسافة بينهما في حدود 75 كم إلا أن ذلك الاختلاف لم يكون جوهرياً بين المناطق [25].

### 4.3. كثافة تغطية الأنواع للأرض

سجلت فروق معنوية بين المناطق في حجم تغطية الأنواع لسطح التربة حيث كان الحد الأدنى 3.33 متر طولي في الظهر الحمر بينما كان 8.33 متر طولي بمنطقة عمر المختار كما مبين في جدول (2) وربما يعزي ذلك لاختلاف نوع التربة أو الظروف البيئية بين المناطق مما أدى لتلك الفروق المعنوية [26,24].

### 5.3. الكثافة النسبية لتغطية الأرض

تتأثر الوفرة بالنسبة السطحية المنتشرة للنوع بالمنطقة مقابل بقية المناطق وبقيّة الأنواع، وبالرغم من ان بيانات الجدول تشير الى انخفاض نسبة المشغول في الظهر الحمر 6.7 مقابل 20.82 في عمر المختار إلا أن تلك الفروق لم تصل للمستوى الملائم، وتعتبر الأنواع المنتشرة في عمر المختار من الشلطوم وابوركية قد شغلت أكبر مساحة مقارنة ببقيّة المناطق رغم أنها غير مؤثرة إحصائياً [27].

### 6.3. التكرار النوعي

سجلت فروق من ناحية تكرار الأنواع باختلاف مناطق الدراسة حيث كانت اقل قيمة وهي 0.07 للأنواع في الظهر الحمر وفي المقابل اعلى قيمة كانت 0.175 في عمر المختار كما يبين جدول (2)، ويعزي ذلك لدرجة العناية بإعداد الأرض قبل زراعة المحصول ونوع خدمة المحصول السابق اذ كان لها تأثير كبير في هذه الاستجابة.

## 7.3. التكرار النسبي للنوع

لم تظهر مناطق الدراسة فروقاً للتكرار النسبي رغم تفوق عمر المختار 0.44 على الظهر الحمر 0.08 إلا أن ذلك التفوق لم يكن إحصائياً وربما يرجع السبب في ذلك لخدمة المحصول من إعداد التربة أو أن نوع المحصول السابق أثر في درجة تكرار أنواع الحشائش النسبي المنتشر في محصول الطماطم باختلاف مناطق الدراسة ويتوافق هذا التفسير لتكرار النوع والتكرار النسبي مع عدة دراسات سابقة [28,10].

## 8.3. مؤشرات التنوع

أظهرت الدراسة عدم وجود فروق معنوية في معامل شانون و في المقابل كان هناك فروق معنوية لدليل مارقاليف و جوكاردو لتنوع الأدنى 0.54 لمارقاليف في عمر المختار 0.34 ولدليل جوكاردو بمنطقة تربت و في المقابل الأعلى 1.025 دليل مارقاليف في منطقة الظهر الحمر و 2.96 لدليل جوكاردو في منطقة القبة، وحيث يعزى ذلك الاختلاف لوجود تباين بين أنواع التربة و الخدمة المقدمة قبل زراعة محصول الطماطم اذ انعكس ذلك علي تفاوت هذه المؤشرات بين مناطق الدراسة وهذا ما يتوافق مع التفسير المشار اليه في بعض الدراسات السابقة [30,29,12].

جدول 2. اختلاف معدلات الحشائش باختلاف مناطق الدراسة

المجموعة	متوسط عدد الحشائش بالمنطقة	الانحراف المعياري ( $\sigma^2$ )	الكثافة (D)	الكثافة النسبية (RD)	التكرار (F)	التكرار النسبي (RF)	مؤشرات اختلاف الحشائش		
							دليل شانون	دليل مارقاليف	دليل جوكاردو
القبة	10	0.51	6.66	9.51	0.083	0.138	0.86	0.73	2.96
الظهر الحمر	10	0.46	3.33	6.7	0.07	0.080	0.37	1.025	1.125
تربت	17.5	3.85	6.66	9.51	0.128	0.182	0.36	0.71	0.34
عمر المختار	13.3	1.292	8.33	20.82	0.175	0.440	0.34	0.54	0.36

المتوسط 12.7

## 4. الاستنتاجات والتوصيات

يستخلص من هذه الدراسة ظهور أنواع من الحشائش النباتية المصاحبة لمحصول الطماطم وكان أكثرها في منطقة عمر المختار وأقلها في منطقتي القبة والظهر الحمر وهذا راجع إما لاختلاف نوع التربة أو الخدمة قبل الزراعة وهناك بعض الأنواع ظهرت في مناطق ولم تظهر في مناطق أخرى لتأثرها بعوامل البيئة. مشاكل الحشائش لا تتشابه فيما بينها، حيث وفرة حشيشة معينة في منطقة ما هي محصلة لتاريخ تلك المنطقة ولقدرة الحشيشة على التكاثف في الظروف البيئية و المناخية والحيوية الموجودة بالمنطقة، فالاختلاف في نوع التربة و الماء و النظام البيئي وعمليات الزراعة تؤثر كلها في تلك الوفرة، عليه يجب وضع خطة لإدارتها إلى جانب تأثير بعض الأنواع باختلاف مناطق زراعة الطماطم يستلزم ملاحظتها من حيث أثرها وسبل الحد منها عند إنتاج الطماطم، واستناداً إلى الي ذلك ، يوصى بتجهيز الأرض جيداً قبل الزراعة مع استخدام مبيدات مناسبة للقضاء على الحشائش ويتم اختيارها على حسب نوع الحشيشة، إضافة إلى ذلك المعرفة الجيدة لنوع الحشائش السائدة في المنطقة يسهل في عملية اختيار الخدمات الزراعية المناسبة من ري و تسميد و يستفاد منها أيضاً في تحسين بيئة الزراعة.

## المراجع

- [1] S. Manoj, S. Saurabh, K.P. Saroj, "Weed suppression and crop yield in wheat after mustard seed meal aqueous extract application with reduced of isoproturon," J. Agric. & Food, Res., Vol. 6(2), 241-246, 2021.
- [2] R. Labrada, "Present trends in weed management," Rome: FAO: Plant production and protection paper (FAO), 257-269, 2003.

- [3] J.T. Stroud, M.R. Bush, M. C. Iadd, R.J. Nowick, A.A. Shantz, J. Sweatman, “Is a community still a community? Reviwing definitions of Key terms in community ecology,” *Ecol. Evol*, Vol. 5, 4757-5674, 2015.
- [4] B.D. Booth, S.D. Murphy, C.J. Swanton, “Weed ecology in natural and agricultural systems” Wallingford CT: CABI publishing, 2003.
- [5] J.P. Rafferty, “Conservation and ecology,” New York M, Britannica Educational publishing, 2010.
- [6] G. Fried, I.R. Norton, X. Reboud, “Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France,” *Agric. Ecosyst. Environ.*, Vol. 128, 68-76, 2008.
- [7] J. Storkey, S.R. Moss, J.W. Cussans, “Using assembly theory to explain changes in a weed flora in response to agricultural intensification,” *weed Sci.*, Vol. 58, 39- 46, 2010.
- [8] G. Pinke, P. Karacsomy, B. Czucz, Z. Botta–Dukat, A. Lengyel, “The influence of environment, management and site context on species composition of summer arable weed vegetation in Hungary,” *Appl. Veg. Sci*, Vol. 15,136-144, 2012.
- [9] F. Kuzmic, N. Silc, Z. Losona, L. Munica, I. Knollova, “European weed vegetation database-a gap-focused vegetation-plot database,” *phytocoenologia*, Vol. 50(1), 93-100, 2020.
- [10] K. Hanzlik, B. Gerowitt, “Occurrence and distribution of important weed species in German winter oilseed rape fields,” *J. Plant Diseases and protection*, Vol. 119(3), 107-021,2012.
- [11] M. Helen, B. Jana, V.R. Christoph, C. Alicia, F. Silvia, F.D. Densie, G. Barbel, G. Michael, L. Jose, F. Guilloume, “The utility of the arable weeds and management in Europe database: challenges and opportunities of combining weed survey data at a European scale,” *Weed, Res.*, Vol. 63(1), 1-11, 2023.
- [12] L. Yufeng, F. Haolong, C. Yuanlai, “Effects of water-saving irrigation on weed infestation and diversity in paddy fields in east China,” *Paddy and water environment*, Vol. 15, 406-593, 2017.
- [13] Ahmed Khamees, “Tomato farmers in Libya throw their produce into the desert,” *Al-Araby Al-Jadeed*, 2019. <http://www.alaraby.com.uk>
- [14] V. Nichols, N. Verhulst, R. Cox, B. Govaerts, “Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review,” *Field crop Res.*, Vol. 183, 56-68, 2015.
- [15] O. King, “Common garden weed identification (with photos),” Ed. Almanac Pub, 2022.
- [16] H. Kraehmer, “Allas of weed mapping,” Hoboken, NJ. John Wiley and sons, 2016.
- [17] C.D. Bonham, “Measurements for terrestrial vegetation,” Hoboken, NJ. John Wiley & Sons, 2013.
- [18] A. Brix, C. Andreasen, 2000. “The relation between densities and frequencies of weeds in arable fields,” *J. Agric. Biol. Environ. Stat*, Vol. 5, 372-386, 2000.
- [19] B.D. Booth, S.D. Murphy, C.J. Swanton, “Invasive plant ecology in natural and agricultural systems,” Wallingford, CT: CABI, 2010.
- [20] R. Nkoa, M.D. K. Owen, C.J. Swanton, “Weed abundance, distribution, diversity and community analysis,” *Weed Sci.*, Vol. 63, 64–90, 2015.
- [21] C.E. Shannon, W. Weaver, “The Mathematical theory of communication Urbana,” University of Illinois press, 284, 1948.
- [22] R. Margalef, “Information theory in ecology,” *General syst*, Vol. 3, 36-17, 1958.
- [23] E. Pielou, “An Introduction in Mathematical Ecology,” New York, NY: Wiley, 1969.
- [24] J. Dorado, C. Lopez-Fando, “The effect of tillage system and use of paraplow on weed flora in a semiarid soil from central Spain,” *Weed, Res.*, Vol. 46, 424-431, 2006.

- [25] A.G. Power, "Ecosystem services and agriculture tradeoffs and synergies," *Philos Trans R. Soc. B. Biol Sci*, Vol. 365, 2959-2971, 2010.
- [26] B. Smithand, J.B. Wilson, "A consumer's guide to evenness indices Oikos," Vol. 76,70-82, 1996.
- [27] T. Van Elsen, "Species diversity as a task for organic agriculture in Europe," *Agric. Ecosyst. Environ.*, Vol. 77, 101-109, 2000.
- [28] S. Torresen, R. Skuterud, H. Tandsaether, M.B. Hagemo, "Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals: I: Effects on weed flora, weed seedbank and grain yield," *Crop protect*, Vol. 22, 185-200, 2003.
- [29] A. Shrestha, S. Knezevic, R. Roy, B. Ball-Coelho, C. Swanton, "Effect of tillage cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *Weed. Res.*, Vol. 42,76-78, 2002.
- [30] I. S. Travlos, "Legumes as cover crops on components of intercropping systems and their effects on weed populations and crop productivity," *Advances in food science and technology* (ed), A. J. Grece. Hauppauge, NY: Nova science publishers, 151-164, 2010.