دراسة بيئية حول نبات العاقول

Alhagi maurorum

د. عبدالسلام المثناني أ. محمد الأمين عيسى م. مصطفى رمضان عزيز

جامعة سبها
كلية العلوم الهندسية والتقنية
قسم علوم البيئة

هذه الدراسة أكدت تأقلم النبات مع البيئة المحيطة من حيث الشكل العام للنبات ووجود الثغور بالأوراق والساق مغطاة بالشعيرات مما يقلل من النتح وفقد الماء.

واتضح أن النبات في البيئة المروية حيث توفر الماء. أفضل ظروف للإنبات كانت 30°م المصحوبة بالظلام وعند انعدام الملوحة.

إن مفهوم علم البيئة Ecology مفهوم حديث الاستخدام ترجع العديد من المراجع (odum 1962 ، رشيد 1976) استخدامه لأول مرة للعالم البيولوجي الألماني أرنست هيكل Ernest Heakel في عام 1866 والذي اعتبره أحد فروع العلوم الحيوية ليدل على دراسة الحياة في وسطها. وفي الحقيقة كان هذا اللفظ قد استخدم في القرآن الكريم قبل ذلك التاريخ بكثير حيث قال الله تعالى ﴿وكذلك مكّنا ليوسف في الأرض يتبوأ منها حيث يشاء نصيب برحمتنا من نشاء ولانضيع أجر المحسنين﴾. [يوسف: 65]. وتطور علم البيئة ليهتم بدراسة الأوساط التي تزدهر فيها الحياة وكذلك العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية والعوامل المحيطة بها والتي تشكل الوسط أو البيئة Environment. كما أن هذا التطور قد أدى إلى ظهور العديد من الأقسام أو التخصصات المختلفة والمتفرعة عن علم البيئة، حيث نجد مثلاً علم بيئة البحار MarineEcology، علم بيئة الإنسان Human Ecology، علم بيئة الحيوان Animal Ecology، علم بيئة النبات Plant Ecologe وغيرها من الاهتمامات البيئية مما تزداد أهميته أمام زحف نظم الحياة الجائرة وأمام الرغبة في صنع حضارة راقية تستند وبكل تأكيد على أسس القواعد الطبيعية.

إن المملكة النباتية وبيئتها Plant Ecology تعد عالماً أحيائياً زاخراً بالعلوم التي تمتد في مختلف الاتجاهات وأنه لا وجود للحياة بعيداً عن هذا العالم، الذي يتميز بقدرته على مواجهة الظروف البيئية القاسية وعلى صنع الحياة فيها، كما أنه يتميز بكونه يعمل كوسيط لاستقبال الطاقة الشمسية وتحويلها إلى مركبات عضوية يحتاجها الإنسان والحيوان على حد سواء. لهذا فإن دراسة النباتات والتعرف عيها تعتبر من الأمور الضرورية لفهم وإدراك هذا العالم الذي تعيش في أحضانه، ذلك أن حياة الجنس البشري ومستقبله مرتبطان ارتباطاً وثيقاً بحياة النباتات ومدى الحفاظ عليها وإكثارها وحسن الاستفادة منها.

وتتأكد هذه الأهمية إذا علمنا أن عدد سكان الأرض عام 1990م قد وصل إلى 5.3 بليون نسمة وتتوقع مصادر الأمم المتحدة أن يزداد هذا العدد حوالي بليون

آخر بحلول عام 2000م. ويتوقع أن يصل إلى حوالي 8 بليون بحلول عام 2020م (عبدالمقصود 1981). وهذا يؤكد الاحتياج إلى كميات أكبر من الغذاء مما يحتم ضرورة استغلال الأراضي المجهولة والتي لم يسبق استغلالها بطريقة مثلى بعد، وهي التي يقع على رأس قائمتها الأراضي الصحراوية والجافة والتي تمثل 18٪ من إجمالي مساحة سطح الأرض (شارلس . هـ. 1984) وما يعادل 36.3٪ من المساحة الكلية لليابسة (Meigs , 1953). لأن معدل سقوط الأمطار عادة يكون أقل من 10 بوصة سنوياً فإن الصحاري تعد مجتمعات أحيائية جافة وهي عادة تقع في مناطق الضغط العالي كالصحراء الكبرى أو في الظلال المطرية للجبال كالصحراء الايرانية أو عند الارتفاعات العالية كصحراء التبت وعديد من الصحاري تحتوي على المورد الأعظم والأكثر ثباتية للإشعاع الشمسي في العالم (شارلس . هـ. 1984) وهي مايعرف بالصحاري الحارة والتي تقع فيما بين خطي عرض 15، 30 شمالاً وجنوباً وكذلك في داخلية القارات (البنا – 1970) إضافة إلى ذلك الصحاري الباردة التي تتخذ مواقع أخرى أكثر تطرفاً ناحية القطبين. وأكثر المناطق التي تنتعش فيها الحياة النباتية في الصحراء باستثناء الواحات هي بطون الأودية الصحراوية وكذلك على الجبال المرتفعة حيث تسقط أمطار أكثر من المناطق المجاورة (البنا – 1970). ومن ناحية أخرى فإن جل الزيادة المتوقعة في سكان العالم (93٪) منها هي من نصيب الدول النامية والتي تمثل الصحراء جزءاً كبيراً من مساحتها، وهذا يزيد من أهمية الدراسات والأبحاث الصحراوية في هذه المناطق والتي يجب أن يكون من أهم عناصرها استغلال الثروات الطبيعية والبيولوجية (الطحلاوي – 1993).

الصحراء الكبرى هي أكبر الصحاري في العالم وهي تمتد شرقاً من الساحل الاطلنطي لشمال افريقيا إلى البحر الأحمر ولمسافة تقدر بحوالي 5000كم ومن الشمال إلى الجنوب بقيمة تتراوح بين 1300–2000كم وتتراوح مساحتها الكلية في حدود 8–9 بليون كم^2. ومناخ الصحراء الكبرى منتظم على نفس خطوط العرض وينقسم سطح الصحراء الكبرى إلى سهول حصوية (68٪) وجبال صخرية (10٪) وكثبان رملية (22٪). أما عن مياه الصحراء فإنها تتواجد بكميات هائلة مخزونة على هيئة مياه جوفية.

معدل سقوط الأمطار يتراوح بين (أقل من 20 ملم/ سنة) والتي في ظرفها يقتصر النبات على الوديان الرئيسية فقط ثم المعدل من 20-50 ملم/سنة، حيث يزداد توافر النبات في المنخفضات إضافة إلى الوديان. كذلك المستوى 50-100 ملم/ سنة، حيث نلاحظ إنتاجية نباتية قليلة في السهول الحصوية، وأعلى معدل هو في حدود من 100 إلى 200 ملم/ سنة وتقدر فيه الإنتاجية النباتية بقيمة 200 - 1200 كجم/هكتار/سنوياً (الخضري - 1993).

وتشمل النباتات السائدة في الصحاري الأنواع العصارية ذات السطوح الشمعية والتي يمكنها الاحتفاظ بالماء لفترات زمنية طويلة أو في الشجيرات النفضية التي تمتلك أوراقاً شمعية أيضاً. وعادة ما يكون للصحاري حياة نباتية فقيرة أو منعدمة ويقتصر تواجد المجتمع الحيواني في الصحاري على المناطق التي توجد فيها حياة نباتية.

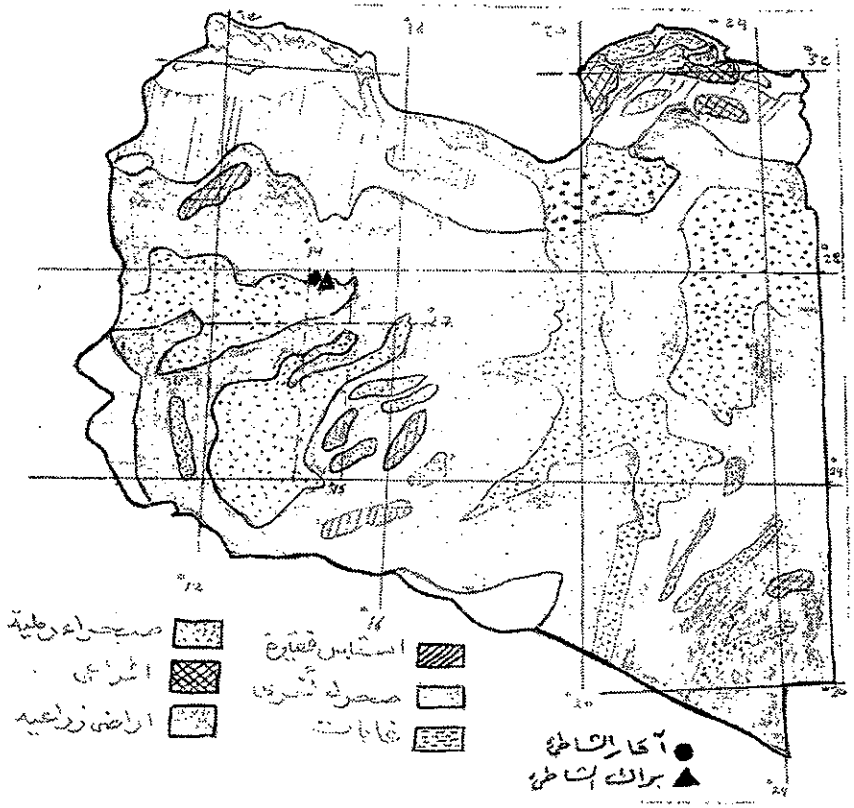
تمثل الصحراء أكثر النظم البيئية انتشاراً في ليبيا (خريطة 1، جدول 1) مما يبرز أهمية البحث الجاد والإدارة والتخطيط السليمين لهذه المناطق والذي من أسسه دراسة هذه المناطق تربة ومناخاً ونباتاً.

جدول رقم (1) يوضح المناطق الجافة والصحراوية في شمال افريقيا.

.(Goodall, Perry . 1979)

الأقطار	المساحة الكلية (1000 كم^2)٪	غير جافة غير صحراوية (1000 كم^2)٪		جافة (1000 كم^2)٪		صحراوية (1000 كم^2)٪		جافة وصحراوية (1000 كم^2)٪	
المغرب	447	44.2	197	26.8	120	29.0	130	55.8	250
الجزائر	2381	7.6	181	8.4	200	84.0	2000	92.4	2200
تونس	155	23.9	37	35.4	55	40.7	63	76.1	118
ليبيا	1760	0.2	5	5.1	90	94.7	1665	99.8	1755
مصر	1000	0.0	0	3.0	30	97.0	970	100.0	1000
المجموع	5743	7.3	420	8.7	495	84.0	4828	92.0	5323

* النسبة المئوية للمساحة الكلية للأقطار.



خريطة رقم (1) يوضح الانظمة البرية والنباتية في ليبيا (مقتبسة من الأطلس الوطني).

تعتبر صحراء فزان من بين أهم المناطق في الصحراء الكبرى وهي تقع في الجنوب الغربي من الجماهيرية الليبية. قسمت صحراء فزان إلى الحمادة التي تتكون من أراضي صخرية مستوية بها رمال وقليل من الصلصال كما ينمو فيها عقب المطر عشب كثيف نسبياً. وهناك الأراضي الصخرية التي تنمو بها النباتات عند سفوح الجبال السفلى، كما تنمو بعض الأنواع في أعاليها. وتوجد أيضاً السرير وهي أراضي متسعة مستوية يغطيها حصى كثير وتوجد بها بعض الرمال والطين ولكن لكثرة أملاحها وجفافها فهي نادرة النباتات إلا في بعض المنخفضات الصغيرة. هنالك أيضاً الأداهن أو العروق وتتوفر إضافة إلى ذلك الرواسب الحصوية والصخرية في الأجزاء العليا نسبياً من مجاري الوديان وهي مناطق كثيفة النبات

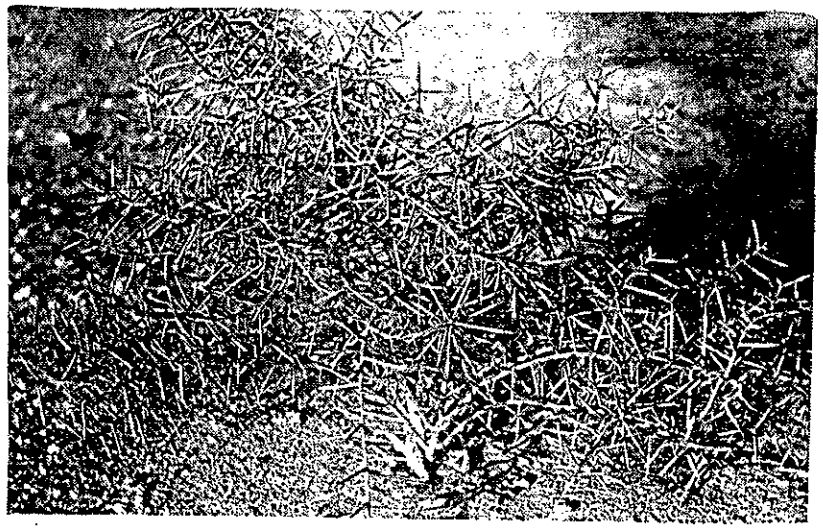
حيث توجد الرمال المختلطة بالصلصال وحيث الغني بالمياه القليلة العمق وتتواجد الرواسب الفيضية الملحية المنتشرة في منخفضات مغلقة تسمى سبخات تنمو بها النباتات الملحية. وعموماً تسود سطح صحراء فزان مظاهر التضاريس المستوية والشبه مستوية من أحواض وهضاب وذلك إما في شكل سهول مرتفعة نسبياً أو هضاب مثل هضاب الحمادة والأداهن والسرير أو في صورة أحواض أو وديان كما هو الحال في وادي الحياة ووادي الشاطئ (الدناصوري 1964م).

تقع منطقة الدراسة في وادى الشاطئ بجنوب ليبيا على خط عرض 27.55 شمالاً. وقد أخذت العينات من بيئتين تقع إحداهما تحت تأثير النشاط البشري (الزراعة) بمنطقة براك الشاطئ (خط طول 14.15 شرقا)، الأخرى بيئة طبيعية غير واقعة تحت هذا التأثير حاليا تقع بمنطقة أقار الشاطئ (خط طول 14.10 شرقاً) (خريطة 2).

تركزت هذه الدراسة حول أحد النباتات الصحراوية وهو نبات العاقول (Alhagi maurorum) الذي يتبع الفصيلة القرنية (Leguminosae) ويأخذ فترة زهو تمتد من شهر الصيف إلى الفاتح (قدسية 1981) ويسمى بأسماء عامة مختلفة منها عاقول Agul، حاج Hagg، وشوك الجمال Shouk . el .camel، وأسماء انجليزية تشمل : canet thorn، Prickly alhagi، manna tree، أخذ إسمه العلمي من اللفظ العربي حاج (قطب 1985). ينتشر العاقول في كثير من البلدان حيث تشير المراجع إلى وجوده في كل من السعودية ومصر والكويت والهند وفي ليبيا بكل من المناطق (رملة زلاف، سبها، وادي الحياة، غات، غدامس، ووادي الشاطئ) (قطب 1985)، وكذلك في دولة قطر (البتانوني 1986)، وهذا النبات عبارة عن شجيرة صحراوية بقولية ذات ارتفاع يبلغ من 30–60 سم فوق سطح التربة، لها جذور غائرة في الأرض، وهي كثيرة التفرع متعددة السيقان تحمل أشواك كثيرة حادة ومتبادلة محورياً (صورة 1،2) لونها أخضر باهت وهذه الأشواك عبارة عن سيقان تحورت بفعل الظروف الصحراوية إلى أشواك (البتانوني 1986)، ومن جوانب الأشواك تخرج أزهار بسيطة صغيرة أرجوانية اللون عند الوسط محمرة ناحية الحواف، أما البذور فهي تبدأ نشوءها بخروج القرون الغظة الأرجوانية اللون من الزهرة وهي لاتزال محمولة على الأشواك وعند تمام نضجها تكون بلون بني. تشبه في شكلها قرون السنط العربي إلا أنها أصغر حجماً، وتكون بذور نبات العاقول بنية اللون مائلة إلى السواد. وتتواجد على السيقان أو الأشواك أوراق حرشفية

صغيرة وتخرج من أسفل تلك الأشواك أوراق بسيطة صغيرة الحجم خضراء تامة أو كاملة (صورة 3). وهو من النباتات الواسعة الانتشار في المنطقة عموماً، ويتميز بصغر حجمه في منطقة الدراسة بالمقارنة مع حجمه عند تواجده في مناطق أخرى كرملة زلاف أو وادى الحياة.

صورة رقم (1): توضح نبات العاقول



صورة رقم (2): تبين انتظام الأشواك على الساق

من أهم فوائد العاقول أنه يستخدم كعلف للحيوانات (صورة 4). وثبت أن لجذوره قيمة غذائية للإنسان (سليمان وآخرون 1990)، وقد استخدمت في الماضي في تجهيز الوجبات الغذائية البشرية عند الحاجة، واستعمل هذا النبات كمصدر حطب للوقود خاصة وإن فترة نموه طويلة (السالم، ديب 1978) كذلك فإن له استعمالات طبية في إزالة حصى الكلى وتستعمل إفرازات ساقه في علاج الروماتيزم. كما تستخدم أزهاره في علاج مرض البواسير 0قطب 1985). اضافة إلى ذلك فهو يعتبر من النباتات السكرية التي يستهلكها الانسان (BROUK 1975).

وفي هذا البحث ستتم دراسة الظروف الملائمة لانبات بذور نبات العاقول Alhagi maurorum وتأقلمه مع البيئة التي يعيش فيها، خصوصاً وأن بذور النباتات الصحراوية تتعرض لظروف متباينة خلال انباتها وعند وجودها في التربة (البتانوني 1986)، وكذلك تأقلمه مع البيئة الصحراوية التي يعيش فيها من حيث أجزائه الخضرية وتوزيع نظامه الجذري في بيئتين مختلفتين كمثال من أمثلة توزيع الجذور في الأراضي الجافة وذلك من خلال بعض الاختبارات والتجارب العملية والفحص والكشف المباشر. يمكن اعتبار هذا العمل بمثابة خطوة لدراسة العديد من المشاكل التي تفرضها البيئة الصحراوية الجافة على النباتات، وهي بلا شك أساس لأي دراسة أكثر تطوراً على هذا النبات خصوصاً وأن هذا العمل اعتمد اعتماداً أساسياً على الدراسة الميدانية.

صورة رقم (3): تبين اماكن ظهور الاوراق

صورة رقم (4): صورة لنبات العاقول وهو يجهز لاستغلال الحيوان

المواد وطرق الدراسة

استهلت الدراسة بمرحلة العمل الميداني، حيث تم اختيار ثلاث نباتات عشوائياً في مرحلة الأزهار من كل بيئة. جمعت العينة الأولى من كل بيئة من بداية شهر 1998/5 وجمعت العينتان الأخريتان من كل بيئة عند بداية شهر 1998/7 واستغلت هذه الفترة في إجراء عمليات الملاحظات على النبات وذلك بالعين المجردة حول بعض خصائصه الشكلية الخارجية، وبواسطة المجهر لغرض دراسة الثغور وحالة تواجدها. بدأ الجمع بالمجموع الخضري حيث تمّ فصله بسكين من قاعدته بعد تدوين الملاحظات حول شكله الخارجي.

المجموع الجذري بداية اعتمد في جمعه على طريقة المربعات الخمس التي يتم فيها الحفر على جذور النباتات تحت الدراسة باستخدام خمسة مربعات 1 متر * 1 متر الأول منها تكون نقطة وسطه النبات المراد دراسته وبقية المربعات كل يبدأ من حافة من حواف هذا المربع. والمربع الذي يحوي النبات هو آخر مربع يتم حفره (Petrov 1968). بسبب عدم غزارة التفرعات وانعدامها أحياناً وهذا مما اتضح بعد الاستمرار في عملية الحفر فقد تم اتباع طريقة الحفر المباشر للجذور باستخدام معدات الحفر والجمع التي شملت المسحاة والجاروف والفأس اليدوي وبعض أدوات قياس الأطوال. قسمت التربة محل انتشار المجموع الجذري إلى طبقات رأسية سمك الواحدة منها حوالي 10 سم وجمعت الجذور الرطبة المنتشرة خلالها في أكياس كلاً على حدة وذلك حتى نهاية تعمق النظام الجذري في البيئة المروية وحتى عمق 1 متر في البيئة الغير مروية لصعوبة الاستمرار في الحفر وتتبع الجذور.

في نفس الوقت أخذت العينات التي تمثل رطوبة تربة الطبقات في القنينات المعدة لهذا الغرض.

بالنسبة لمرحلة العمل المختبري فقد أخذت أولاً الأوزان الرطبة للمجاميع الخضراء ثم وضعت في فرن درجة حرارته 70 درجة مئوية لمدة 24 ساعة لغرض التجفيف، اثر التجفيف حسبت الأوزان الجافة للمجاميع الخضراء وحسب الفارق بينها الذي يدل على المحتوى المائي.

المجموع الجذري كانت بداية التعامل معه مختبرياً بأن أخذت الأوزان الرطبة لجذور النبات بعد إزالة التربة العالقة بها بواسطة مسح الجذور المصحوب بالطرق والهز الملائمين. ثم قدرت أقطار وأطوال الجذور واعتمد عليها في حساب حجم الجذور في كل طبقة حسب العلاقة:

$$ح = ط \, نق^2 * ل$$

حيث أن

ح : حجم الجذور (سم^3).
ط: ثابت رياضي.
نق: نصف قطر الجذر (سم).
ل: طول الجذر (سم).

بعد ذلك وضعت الجذور في فرن تجفيف درجة حرارته 70 درجة مئوية لمدة 24 ساعة، ثم بعدها تقدير الوزن الجاف للجذور وحساب محتواها المائي كما ذكر سلفاً عند تقدير المحتوى المائي للمجموع الخضري. في خطوة منفصلة قيست أوزان زجاجات الرطوبة بمحتواها المائي ووضعت في فرن درجة حرارته 105 درجة مئوية لفترة 24 ساعة ثم قدر الوزن الجاف ومن ثم حسبت رطوبة التربة.

حساب الخطأ المعياري (خ . م):

ثم حساب الخطأ المعياري بواسطة الاعتماد على الانحراف المعياري للقيم الناتجة لكل من الأوزان الرطبة والجافة والمحتوى في المجموعين الخضري والجذري وكذلك أطوال الجذور ورطوبة التربة وذلك حسب الآتي:-

$$\text{الخطأ المعياري (خ. م)} = \frac{\text{لانحراف المعياري}}{\sqrt{\text{عدد العينات}}}$$

حساب الانحراف المعياري (σ):

وقد حسب لكل ثلاث قيم اعتمد عليها في الحصول على المتوسط الحسابي لجميع القيم المدرجة في الجداول (2 ، 3 أ، 3 ب) وكذلك لرطوبة التربة. واستخدمت المعادلة التالية (الحليمي 1985):-

$$\sigma = \sqrt{\frac{\text{مج } (س - \bar{س})^2}{ن}}$$

حيث أن

س: احدى القيم (العناصر).

$\bar{س}$: المتوسط الحسابي.

ن: عدد القيم.

اختبار الانبات:

أجرى اختبار تأثير العوامل البيئية على انبات بذور العاقول مع المتابعة لفترة أسبوعين حسب الآتي:

أولاً: تأثير الحرارة:

أختبر الانبات لستين بذرة من بذور نبات العاقول وزعت بالتساوي على ستة أطباق من أطباق بتري مغطى قاعها بورقتي واثمان (رقم 1) دائريتين بحسب مساحة قاع الطبق الداخلية، موضوع عليها حوالي 3 – 4 مل من محلول هوقلاند تركيز 20٪. وضعت ثلاثة أطباق في درجة حرارة الغرفة، والثلاث الأخرى وضعت في الغرفة الباردة (5 درجات مئوية).

ثانياً: تأثير الملوحة:

اختبر الإنبـات لعشـرة بـذور في كـل معاملـة وضـع خلالهـا 50 – 60 مـل مـن التراكيز 0 , 100 ، 200 ، 300، 400، 500 مل مول محلول ص كل في أطباق بتري على أسـاس طبـق لكـل معاملـة، ثـم أضيفـت 3 – 4 مـل مـن تركـيز 20٪ محلـول هوقلاند وذلك بعد تثبيت ورقتي الترشيح وحلقة عديـد الايثـين داخـل إطـار طبـق بتري. وقد أجري الاختبار في درجة حرارة الغرفة.

ثالثاً: تأثير الإضاءة:

اختبر الانبات لعدد 180 بذرة وزعـت بالتسـاوي علـى سـت معـاملات تمثلـت في:-

- اضاءة مستمرة في درجة حرارة الغرفة.
- ظلام مستمر في درجة حرارة الغرفة.
- اضاءة مستمرة في درجة حرارة 5 درجة مئوية.
- ظلام مستمر في درجة حرارة 5 درجة مئوية.
- 12 ساعة ضوء / 12 ساعة ظـلام علـى التـوالي باسـتمرار في درجـة حـرارة المعمل.
- 12 ساعة ضوء/12 ساعة ظلام على التوالي باستمرار في درجة حرارة الطبيعة.

وذلك على أساس ثلاث مكررات لكل معاملة تمت في أطباق بتري يحـوي كـل طبق على ورقتي الترشيح ومحلول هوقلاند 20٪.

حساب نسبة الإنبات (ن) معدل الإنبات (م):

اعتمد في ايجاد نسبة الانبات (ن) على المعادلة:-

$$\text{ن} = \frac{\text{عدد البذور التي حدثت لها عملية الإنبات}}{\text{عدد البذور الكلية}} \times 100 = \text{٪}$$

$$م = \frac{ن}{\text{عدد الأيام}}$$

حيث أن

ن: نسبة الإنبات (٪).

النتائج

1- المجموع الخضري

أ- الوزن المحتوى المائي:

متوسط الوزن الرطب (130.93 جم ± 43.4) والوزن الجاف (58.03 جم ± 19.3) في البيئة المروية متقارباً مع الوزن الرطب (121.57 جم ± 39.59) والوزن الجاف (47.82 جم ± 15.83)، وكذلك المحتوى المائي للنباتات في البيئة الغير مروية (جدول 2).

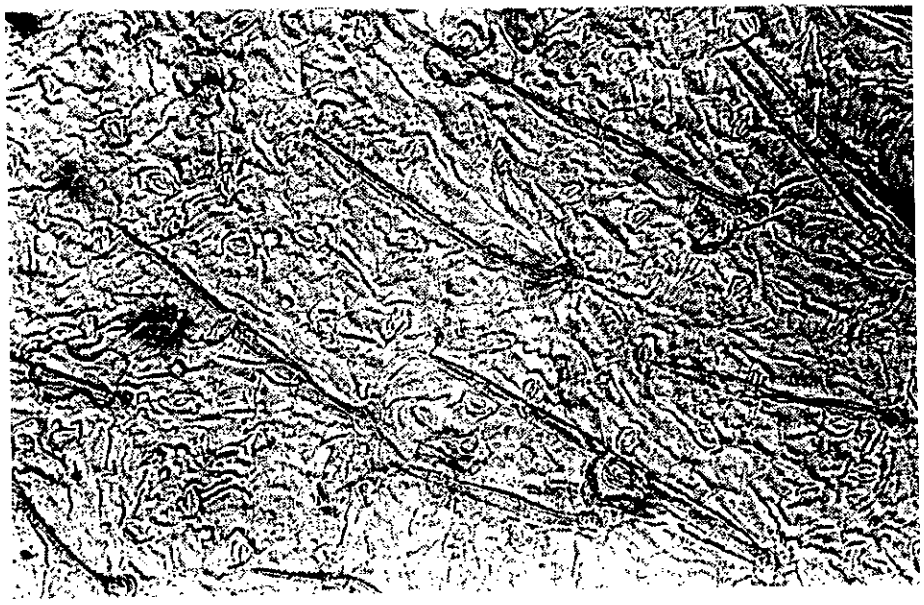
ب- الثغور والشعيرات:

شكل الثغور بيضاوي في كل من الساق والأوراق بنسبة استدارة (88٪) ، (66٪) على التوالي. وهي منتشرة بشكل عشوائي في مستوى سطح البشرة. ويبلغ عددها (31800 ثغرة/ سم^3) في الساق، و (17700 ثغرة/ سم^2) في الأوراق. مساحة الثغر تتباين فيما بين (402.6 ميكرو متر مربع) في الساق إلى (450 ميكرومتر مربع) في الأوراق. يبلغ متوسط عدد الشعيرات (6700 شعيرة/ سم مربع) في الساق و (2920 شعيرة/ سم مربع) في الأوراق. ويتراوح متوسط طولها بين (170 ميكرومتر) في الساق و (331 ميكرومتر) للأوراق، (صورة 5، 6).

جدول رقم (2) يبين نتائج الدراسة للمجموع الخضري في بيئتين مختلفتين (± خ. م)

	الوزن الرطب للمجموع الخضري (جم)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (جم)	المحتوى المائى للمجموع الخضري (جم)	نسبة الماء للمجموع الخضري (٪)
بيئة مروية	130.93 (± 43.4)	58.03 (± 19.3)	72.90 (± 24.54)	57.40 (± 3.29)
بيئة غير مروية	121.57 (± 39.59)	47.92 (± 15.83)	73.90 (± 24.37)	62.2 (± 3.01)

صورة رقم (5) توضح شكل توزيع الثغور والشعيرات على الساق. x = 250



صورة رقم (6) توضح شكل توزيع الثغور والشعيرات على أوراق نبات العاقول

2- المجموع الجذري

أ- الوزن الرطب والجاف:

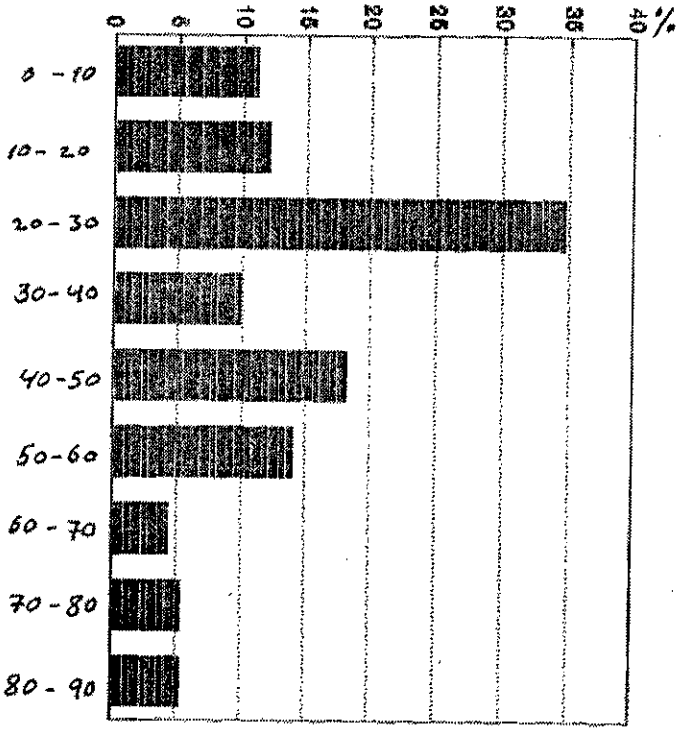
يتبين من (جدول 3 أ، ب) ، (شكل 1 أ، ب) و (شكل 2 أ، ب) أن وزن الجذور الرطب والجاف يقل مع العمق، وعلى العموم في نباتات البيئة الغير مروية كان اجمالي وزن الجذور الرطب (33.99 جم ± 5.31) والجاف (14.57 جم ± 2.5) فيها أقل من وزن الجذور الرطب (82.17 جم ± 39.08) والجاف (33.02 جم ± 18.46) في البيئة المروية والتي أوضح توزيع وزن جذور النباتات التي أخذت كعينات منها اختلافاً واضحاً عن البيئة الغير مروية حيث تركز وجود الجذور في الطبقات العلوية حتى الطبقة 50 - 60 سم وانخفض وزن الجذور في الطبقات التي تلي هذه الطبقة نظراً لأن جذور النباتات المأخوذة كعينات لم تكن موجودة بعد هذه الطبقة عدا لنبات واحد والذي امتدت جذوره حتى الطبقة 80-90 سم (جدول 3 ب). فيما بين الطبقات العلوية اتضح أيضاً وجود عوائق بين وزن الجذور وكان أعلى وزن في الطبقة 20-30 سم (14.38 جم جاف، 28.07 جم رطب) وتكون بذلك أعلى نسبة للجذور في هذه الطبقة (شكل 1ب، 2ب).

جدول رقم (3 أ) يبين نتائج الدراسة للمجموع الجذري في بيئة غير مروية (± خ . م)

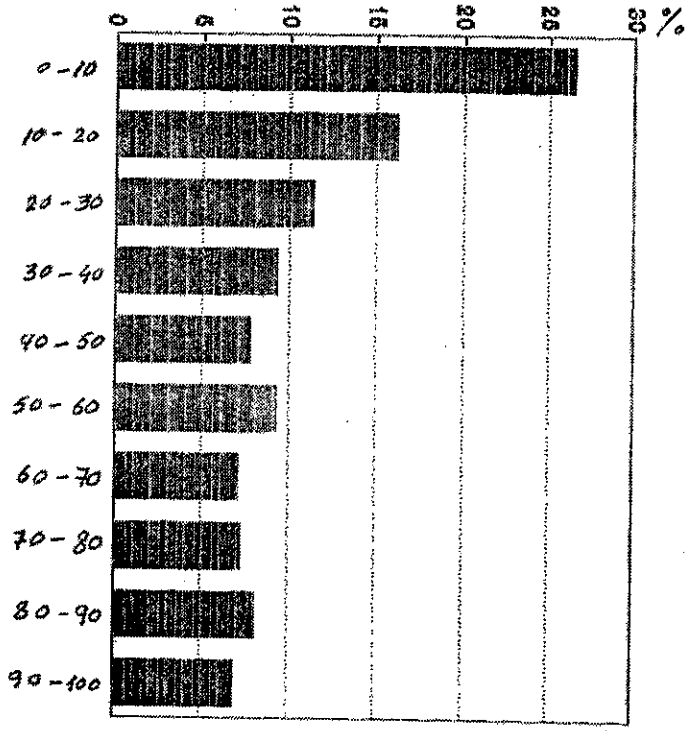
العمق (سم)	الوزن الرطب للجذور (جم)	الوزن الجاف (جم)	كمية الماء بالجذور (جم)	حجم الجذور ($سم^3$)	طول الجذور (سم)
10–0	(0.25 ±) 7.94	(0.10 ±) 3.34	(0.30 ±) 4.59	(0.82 ±) 4.41	(0.54 ±) 10.6
20–10	(0.99 ±) 4.92	(0.15 ±) 1.42	(1.02 ±) 3.50	(0.42 ±) 2.45	(0.13 ±) 10.16
30–20	(0.48 ±) 3.50	(0.57 ±) 1.89	(0.17 ±) 1.61	(0.38 ±) 2.03	(0.21 ±) 10.26
40–30	(0.59 ±) 2.95	(0.34 ±) 1.56	(0.37 ±) 1.39	(0.64 ±) 2.24	(2.21 ±) 12.6
50–40	(0.37 ±) 2.38	(0.21 ±) 1.05	(0.15 ±) 1.32	(0.25 ±) 1.58	(0) 10
60–50	(0.44 ±) 2.85	(0.22 ±) 1.27	(0.16 ±) 1.57	(0.32 ±) 1.79	(0.19 ±) 10.23
70–60	(0.39 ±) 2.26	(0.18 ±) 0.98	(0.21 ±) 1.29	(0.42 ±) 1.56	(0.24 ±) 10.35
80–70	(0.47 ±) 2.33	(0.18 ±) 0.98	(0.28 ±) 1.35	(0.37 ±) 1.45	(0.1 ±) 10.25
90–80	(0.73 ±) 2.63	(0.28 ±) 1.11	(0.44 ±) 1.53	(0.82 ±) 2	(1.06 ±) 11.5
100–90	(0.60 ±) 2.23	(0.21 ±) 0.97	(0.38 ±) 1.26	(0.51 ±) 1.47	(0.17 ±) 10.25
المجموع	33.99	14.57	19.44	20.98	2.106

جدول رقم (3 ب) يبين نتائج الدراسة للمجموع الجذري في بيئة مروية (± خ . م)

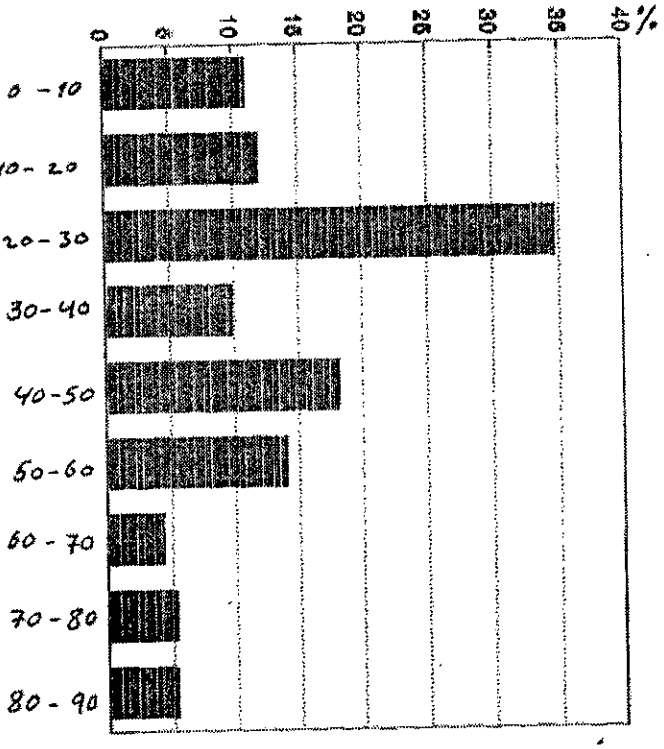
العمق	الوزن الرطب للجذور (جم)	الوزن الجاف (جم)	كمية الماء بالجذور (جم)	حجم الجذور ($سم^3$)	طول الجذور (سم)
10–0	(2.40 ±) 6.75	(0.67 ±) 12.17	(1.73 ±) 4.57	(0.65 ±) 2.69	(10.77 ±) 23.2
20–10	(3.96 ±) 6.88	(0.86 ±) 1.73	(3.11 ±) 5.15	(5.25 ±) 8.76	(23.55 ±) 40.57
30–20	(16.77 ±) 2807	(10.45 ±) 14.38	(6.47±) 13.69	(16.38 ±) 25.67	(11.13 ±) 265.37
40–30	(2.83 ±) 7.32	(2.54 ±) 4.25	(0.70 ±) 3.06	(3.63 ±) 8.91	(64.83 ±) 138.37
50–40	(8.81 ±) 12.77	(2.92 ±) 4.4	(5.89 ±) 8.37	(9.05 ±) 12.72	(4.12 ±) 97.44
60–50	(4.3 ±) 9.46	(1.02 ±) 2.74	(3.29 ±) 6.72	(2.20 ±) 6.4	(54.4 ±) 156.84
70–60	(−) 3.19	(−) 0.88	(−) 2.31	(−) 2.75	(−) 10.6
80–70	(−) 3.83	(−) 1.18	(−) 2.65	(−) 2.59	(−) 10
90–80	(−) 3.90	(−) 1.29	(−) 2.61	(−) 3.04	(−) 10.5
المجموع	82.17	33.02	49.13	73.49	752.89



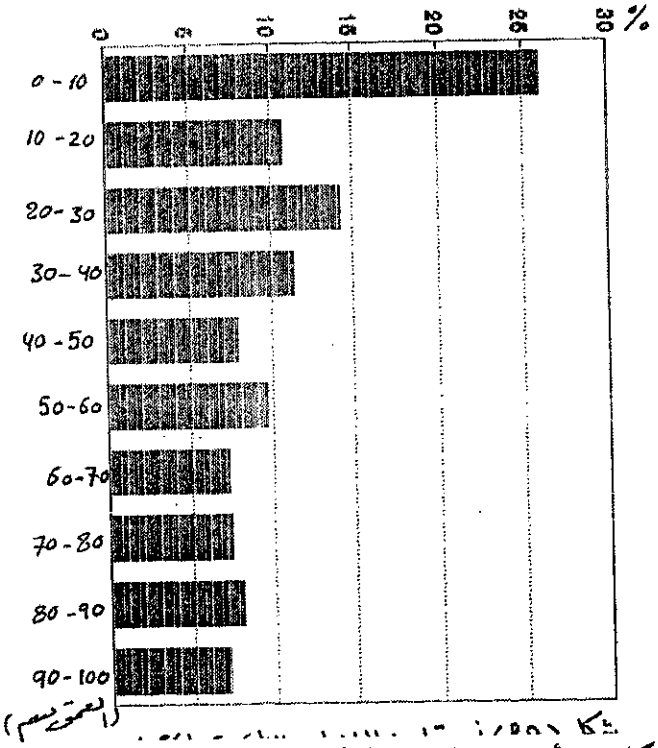
شكل (١ ب) نسبة الوزن الرطب لجذور الطبقات (٪)
من الوزن العام الرطب للجذور المدروسة في بيئة مروية



شكل (١ أ) نسبة الوزن الرطب لجذور الطبقات (٪)
من الوزن العام الرطب للجذور المدروسة في بيئة غير مروية



شكل (٢ ب) نسبة الوزن الجاف لجذور الطبقات (٪)
من الوزن العام الجاف للجذور المدروسة في بيئة مروية



شكل (٢ أ) نسبة الوزن الجاف لجذور الطبقات (٪)
من الوزن العام الجاف للجذور المدروسة في بيئة غير مروية

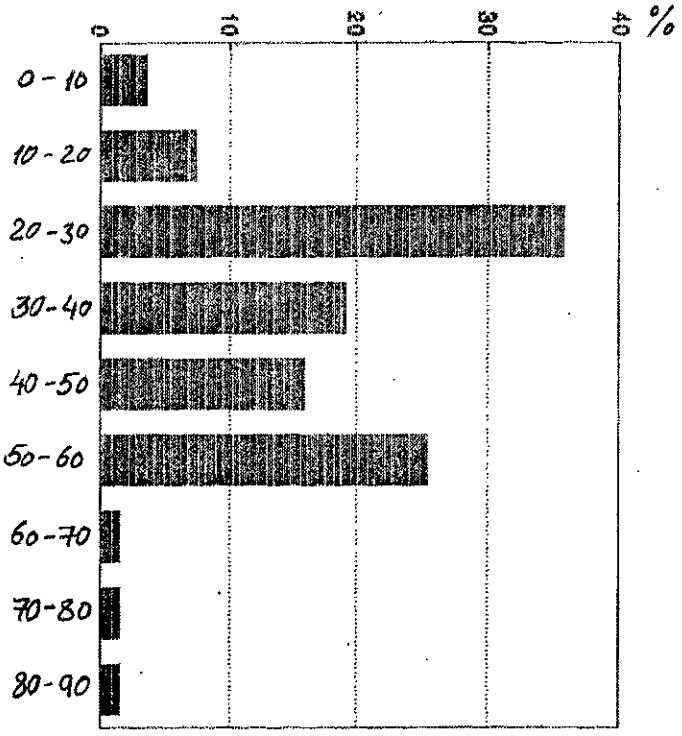
ب- الطول:

ينطبق تقريباً على طول الجذور ماسبق ذكره على وزنها حيث أن اجمالي طول الجذور بالنسبة للنبات في البيئة المروية (752.89 سم ± 304.8) حيث نلاحظ أنه يزيد سبعة أضعاف طولها في البيئة الغير مروية (106.2 سم ± 4.92) (جدول 3 أ، ب) وأيضاً نجد أن طول الجذور في البيئة المروية يتركز في الطبقات العلوية ويبلغ أقصاه في نفس الطبقة التي بلغ فيها الوزن أقصاه (265.37 سم) ويقل الطول في الطبقات الثلاث السفلى من التربة حيث نهاية طول الجذور ووجود جذور نبات واحد فقط في هذه الطبقات كما سبق وأن ذكرنا وكما هو واضح في توزيع نسبة طول الجذور مع العمق (شكل 3 ب). وبالنسبة للبيئة الغير مروية فإن طول الجذور موزع بنسبة منتظمة على طبقات التربة وبدون وجود أي تفرعات جانبية أخرى (شكل 3أ).

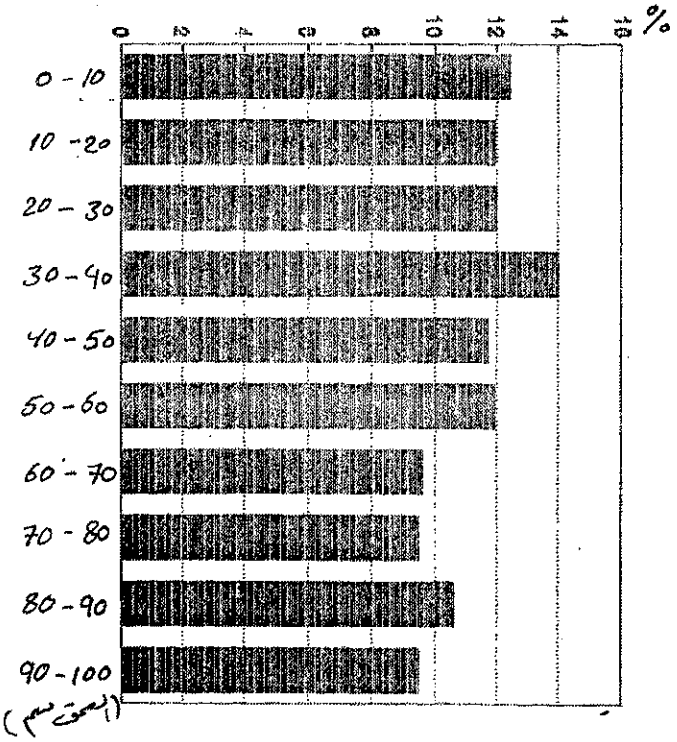
ج - الحجم:

وهو بالمثل يسري عليه ما هو للوزن وللطول حيث ان إجمالي حجم جذور النبات في البيئة المروية (73.49 سم^3 ± 37.16) وهو يزيد حوالي ثلاثة أضعاف حجمها في البيئة الغير مروية (20.98 سم^3 ± 4.95).

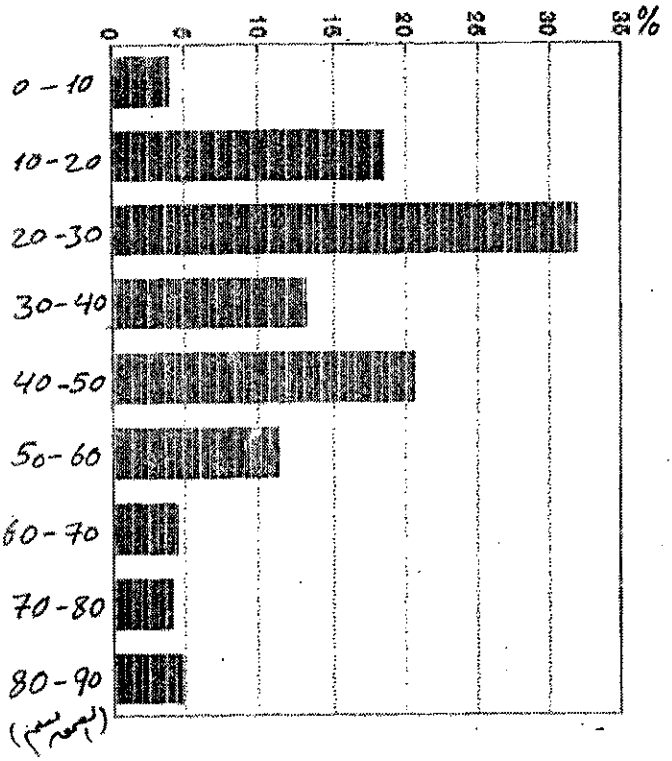
كما هو واضح في (جدول 3أ ، ب). وبلغ أقصى حجم لجذور نباتات البيئة المروية في الطبقات العلوية وخصوصاً الطبقة (20-30 سم) (25.67 سم^3). ومن خلال النتائج الموضحة في (جدول 3أ، ب) نجد أن حجم الجذور يقل تدريجياً مع زيادة العمق فكان الحجم قليلاً في الطبقات الثلاث الأخيرة، وكما هو واضح من توزيع حجم الجذور مع العمق (شكل 4 ب). في البيئة الغير مروية فإن أقصى حجم للجذور في الطبقات العلوية (4.41 سم^3) ومن خلال النتائج نلاحظ أن حجم الجذور في الطبقات السفلي يكاد يكون متساوي تقريباً ويلاحظ ذلك أيضاً من العلاقة بين نسبة حجم الجذور مع العمق (شكل 4 أ).



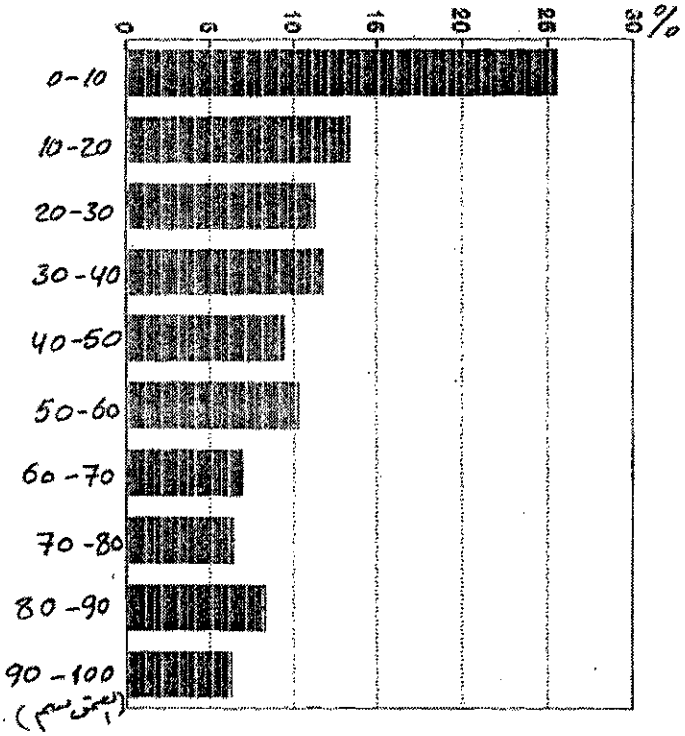
شكل (٣ ب) النسبة المئوية لأطوال جذور الطبقات (٪)
من المجموع العام لأطوال الجذور المدروسة في بيئة مروية



شكل (٣ أ) النسبة المئوية لأطوال جذور الطبقات (٪)
من المجموع العام لأطوال الجذور المدروسة في بيئة غير مروية



شكل (٤ ب) نسبة حجم جذور الطبقات من الحجم العام للجذور المدروسة (٪) في بيئة مروية



شكل (٤ أ) نسبة حجم جذور الطبقات من الحجم العام للجذور المدروسة (٪) في بيئة غير مروية

د- المحتوى المائي:

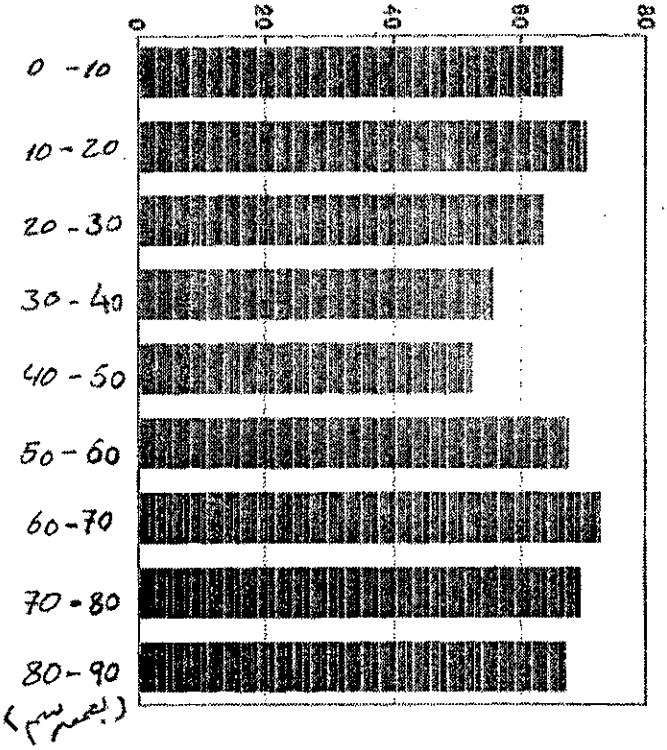
المحتوى المائي للجذور في كل طبقة من الطبقات يحسب على أساس طرح الوزن الجاف من الوزن الرطب وبالتالي تتبع تقريباً نفس التوزيع (جدول 3أ ، ب) أما النسبة المئوية للماء بالجذور فهي كما هو واضح من (الشكل أ، ب) حيث أنها تتراوح بين (51.91 – 72.41٪) في البيئة المروية وفيما بين 44.77- 67.83٪ في البيئة الغير مروية.

3- الشكل العام للنبات:

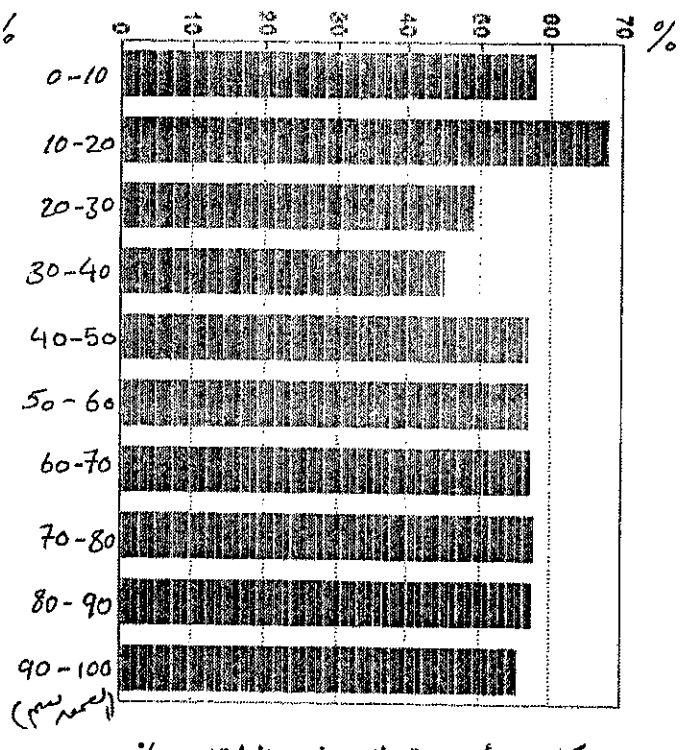
بعد تفحص النبات من جزئيه الخضري والجذري اتضح أن النبات يتضمن أوراقاً صغيرة الحجم وقد بلغ متوسط المساحة بالنسبة للأوراق الكبيرة حوالي (58.9 مم^2) تقريباً وهذه الأوراق الكبيرة تكون متمركزة في بداية تفرع الساق أما نهايته فتشمل أوراقاً صغيرة الحجم بلغت مساحتها (4–6 مم^2) أما الأشواك فهي كما سبق وأن ذكرنا تكون في وضع متبادل على الساق وتكون الأشواك حادة عند أطرافها، ومن حيث شكل الجذور فهي متعرجة وملساء الملمس وتمتد حتى عمق 80–90 سم مع أن بعض تفرعات الجذور وجدت متصلة مع نباتات أخرى في البيئة المروية، أما في البيئة الغير مروية فهي قليلة التعرج، ملساء الملمس أيضاً وتمتد حتى عمق أكثر من 90 – 100 سم (شكل أ، ب).

4- رطوبة التربة:

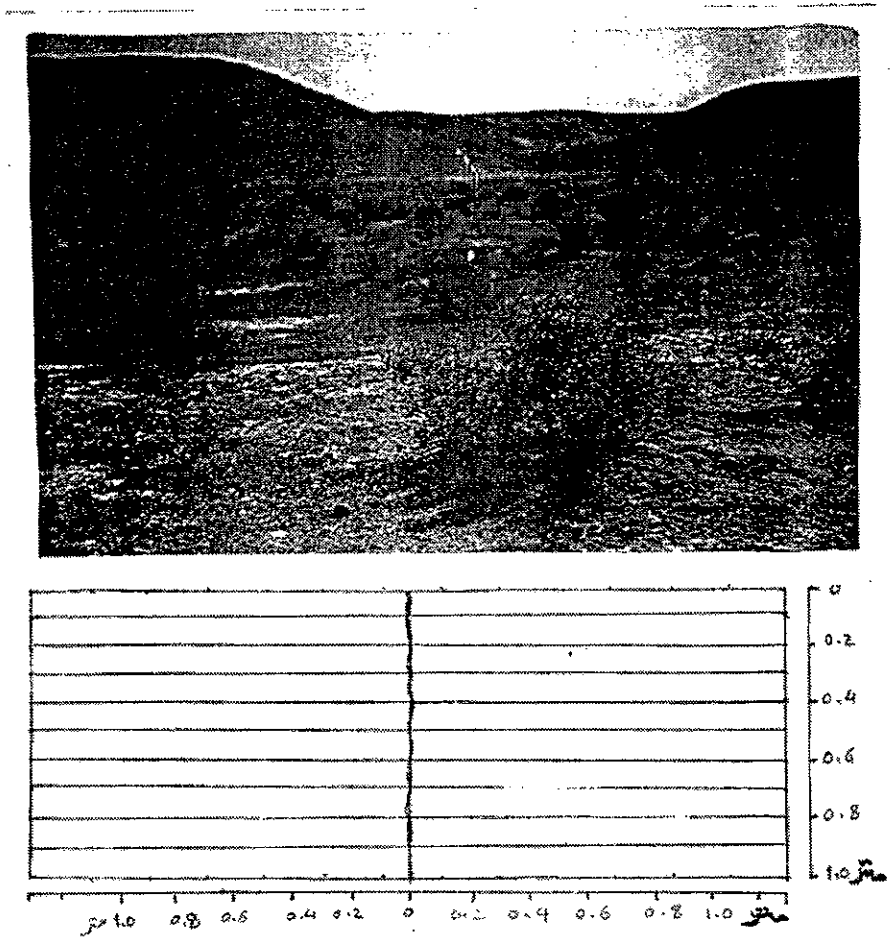
يتضح من الشكل (أ، ب) وجدول (3أ ، ب) أن رطوبة التربة بشكل عام تزداد بزيادة العمق في كل من البيئتين إلا أنه يتضح أن رطوبة التربة في الطبقات العلوية من البيئة المروية أعلى منها في البيئة الغير مروية حيث تصل نسبة الرطوبة في البيئة المروية (10.51٪ ± 0.65) إلى حوالي خمس أضعاف نسبة الرطوبة في البيئة الغير مروية (2.8٪ ± 0.31) في الطبقة من 0–10 سم وإلى الضعفين في الطبقة من 10–20 سم وتتقارب هذه النسبة مع العمق خصوصاً في الطبقات الأخيرة من التربة.



شكل (٥ ب) نسبة الماء بجذور الطبقات (٪)
في بيئة مروية

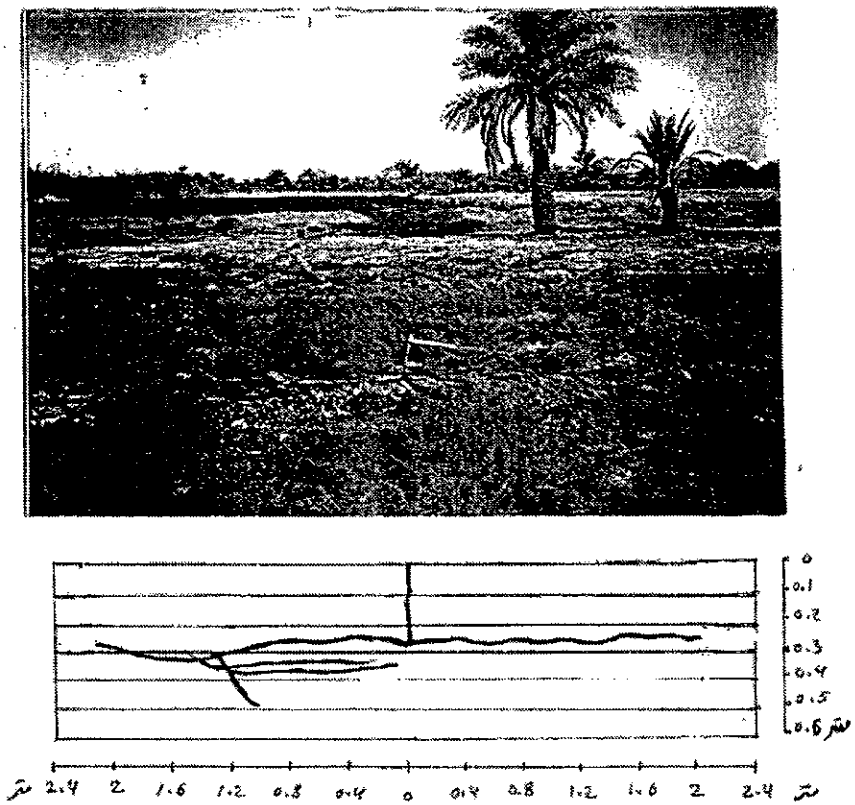


شكل (٥ أ) نسبة الماء بجذور الطبقات (٪)
في بيئة غير مروية



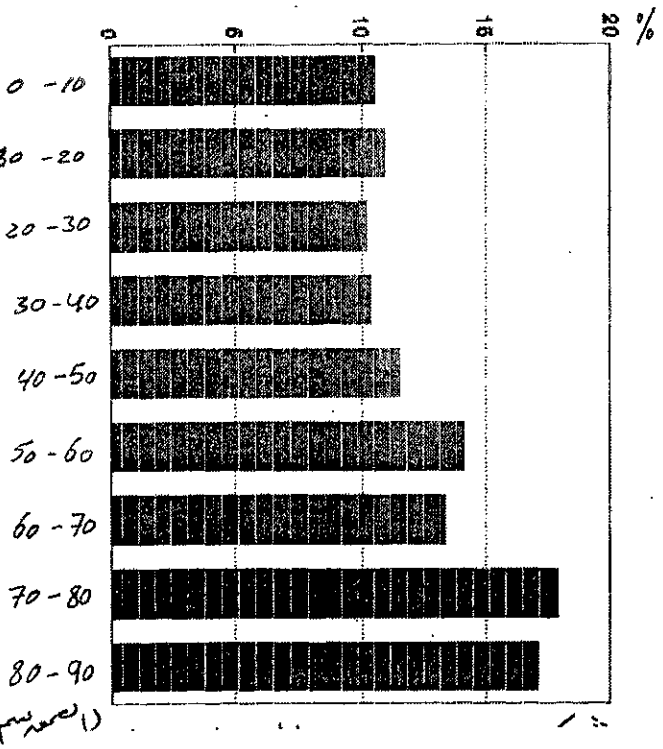
شكل رقم (6– أ) صورة لنبات العاقول في بيئة غير مروية

ورسم تخطيطي لنظام جذوره

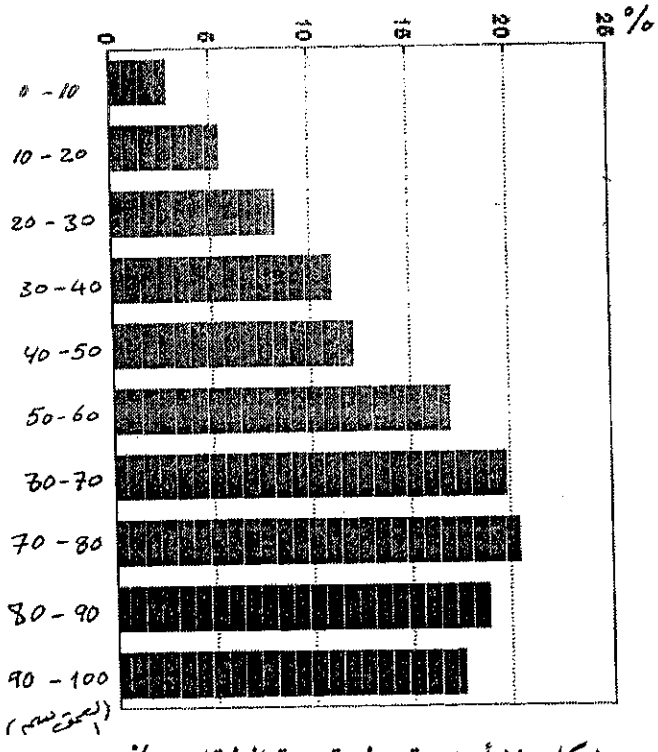


شكل رقم (6- ب) صورة لنبات العاقول في بيئة مروية

ورسم تخطيطي لنظام جذوره



شكل (٧ ب) نسبة رطوبة تربة الطبقات (٪)
في بيئة مروية



شكل (٧ أ) نسبة رطوبة تربة الطبقات (٪)
في بيئة غير مروية

5- الانبات:

يتبين من (الجدول 4) إن دراسة تأثير بعض العوامل البيئية على إنبات بذور النبات العاقول قد أسفرت عن ما يلي:-

أولاً: تأثير الحرارة:

يتضح أنه عند تثبيت عامل الضوء المستمر تقل نسبة الانبات في درجة حرارة الغرفة (3٪ (يوم 14)) عن تلك التي في حرارة 5 درجة مئوية (10٪ (يوم 14)). وكان أعلى معدل للإنبات (0.37 (يوم 8)) لعينات درجة حرارة المعمل أقل من أعلى معدل (0ز77 (يوم 9)) بلغته عينات درجة حرارة 5 درجة مئوية.

بينما عند تثبيت عامل الظلام المستمر كانت نسبة الإنبات (37 ٪ (يوم 14)) في درجة حرارة المعمل أعلى مما هي عليه في درجة حرارة 5 درجة مئوية (3٪ (يوم 14)). أما أعلى معدل للإنبات في درجة حرارة المعمل (3 (يوم 14)) فكان أعلى من أعلى معدل للإنبات (0ز43 (يوم 7)) في درجة حرارة 5 درجة مئوية.

لم تسفر عينة درجة حرارة الطبيعة للإضاءة المتبادلة مع الظلام عن أي نتيجة للإنبات أو كانت نسبة الإنبات قليلة عند درجة حرارة الغرفة (3٪ (14)) وبلغ المعدل الأعظم (0ز43 (7)).

ثانياً: تأثير الإضاءة:

عند تثبيت عامل درجة حرارة المعمل كانت أعلى نسبة للإنبات (37٪ (يوم 14)) في الظلام أعلى مما هي عليه في الضوء (3٪ (يوم 14)) وبلغ أعلى معدل للإنبات (0ز37 (يوم 8)) في الضوء و (3 (يوم 1)) في الظلام.

أما عند تثبيت عامل درجة حرارة 5 درجات مئوية فكانت أعلى نسبة للإنبات (3٪ (يوم 14)) في الظلام أقل مما هي عليه في الضوء (10٪ (يوم 14)). وبلغ أعلى معدل للإنبات (0.77 (يوم 9)) في الضوء و (0.43 (يوم 7)) في الظلام (شكل 8).

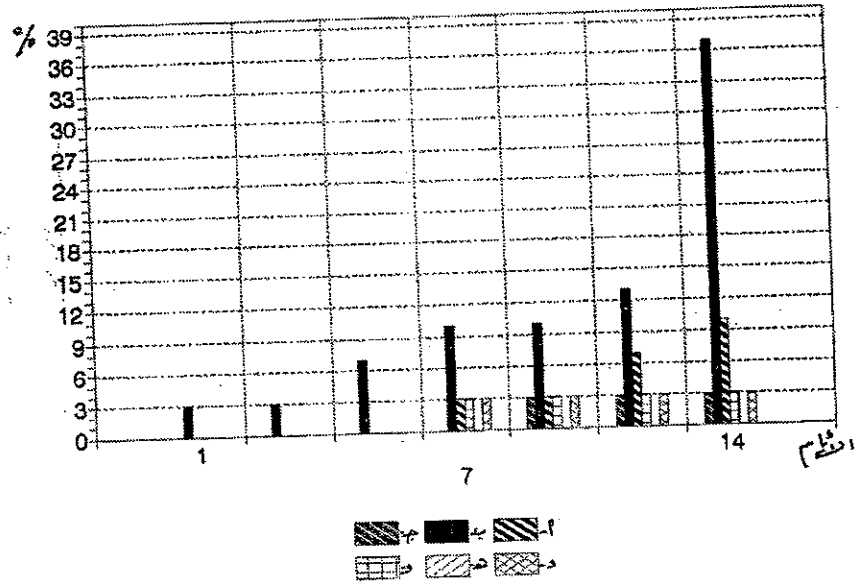
ثالثاً: تأثير الملوحة:

يتضح من (جدول 4) إن أعلى نسبة للإنبات (23٪ (يوم 14)) كانت في التركيز (0 م م) وإن أعلى معدل للإنبات (2.3 (يوم 3))، قد لوحظ وجوده في نفس التركيز.

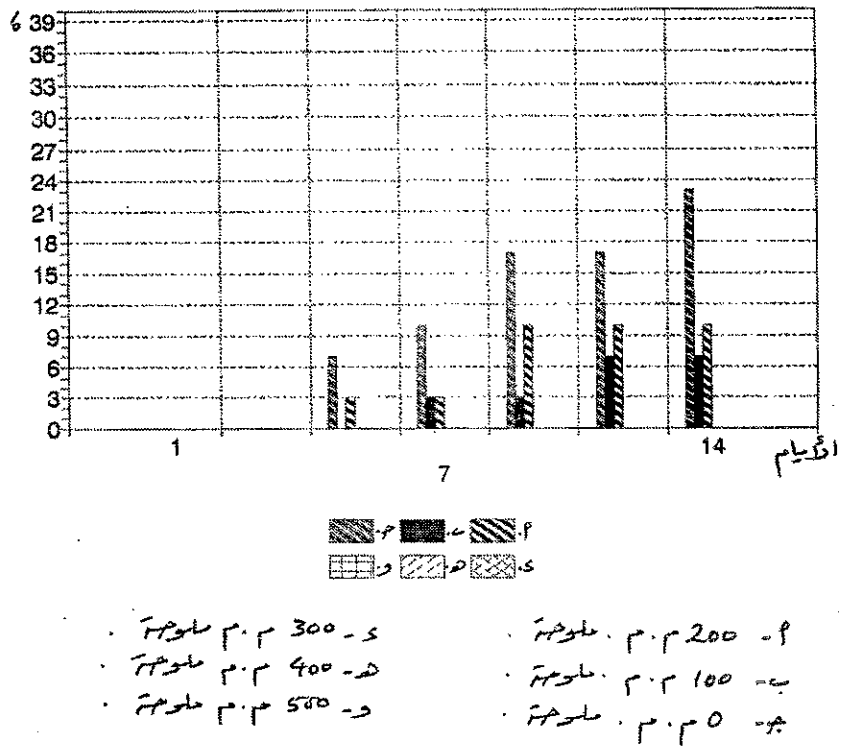
أما التراكيز 300 م م، 400 م م و 500 م م فلم يحدث بها أي إنبات. (شكل 9).

جدول رقم (4) يبين النسبة المئوية لانبات (٪) ومعدل الانبات (م)

الأيام	1		2		3		7		8		9		14	
المعاملات	٪	م	٪	م	٪	م	٪	م	٪	م	٪	م	٪	م
المعمل ضوء	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.37	3	0.33	3	0.2
ظلام	3	3	3	1.5	7	2.3	10	1.43	10	1.25	13	1.4	37	2.6
5 م ضوء	0	0	0	0	0	0	3	0.43	3	0.37	7	0.7	10	0.71
ظلام	0	0	0	0	0	0	3	0.43	3	0.37	3	0.33	3	0.21
طبيعة 12/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
المعمل 12/12	0	0	0	0	0	0	3	0.43	3	0.37	3	0.33	3	0.21
ملوحة 0 م م	0	0	0	0	7	2.3	10	1.43	17	2.2	17	1.8	23	1.6
100 م م	0	0	0	0	0	0	3	0.43	3	0.37	7	0.77	7	0.5
200 م م	0	0	0	0	3	1	3	0.43	10	1.25	10	1.11	10	1.7
300 م م	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400 م م	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500 م م	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



شكل (8) يبين النسبة المئوية للانبات مع الزمن بالايام تحت تأثير بعض العوامل البيئية



شكل (9) يبين النسبة المئوية للانبات مع الزمن بالايام تحت تأثير تراكيز مختلفة من الملوحة

المناقشة

نمو النباتات بصفة عامة محكوم بعمليتين رئيسيتين هما عملية التمثيل الضوئي والتي تقوم بها الأجزاء الخضراء في النباتات، وعملية امتصاص الماء والمغذيات بواسطة الجذور. وهذا يجعل تأقلم هذه الأجزاء مع هذه البيئة. النبات تحت الدراسة أوضح تكيفاً ملموساً مع البيئة الجافة من حيث مجموعة الخضري الذي أبدى تكيفاً واضحاً في الشكل (صورة 2)، حيث أن نقص مساحة الورقة هو أحد الميكانيكيات المستعملة لتقليل فقد الماء من النباتات الصحراوية (البتانوني 1976)، وهذا يتضح من خلال الأوراق الصغيرة لنبات العاقول والتي مساحتها لاتتجاوز (60 ملم مربع)، ووجود الثغور في الساق هو أيضاً احد سبل التكيف التي تتواجد في بعض النباتات الصحراوية مثلها في ذلك مثل نبات الرتم Retama ويعتبر وجود الثغور في ساق نبات العاقول (صورة 5) تأقلماً لظروف البيئة خصوصاً وأن هذه الثغور صغيرة وموجودة بشكل مكثف (30300/ سم^2) ومنتشرة على سطح البشرة بشكل يضمن تعويض كمية CO_2 التي يحتاجها النبات والتي لايمكن توفيرها بالأوراق الصغيرة، مع فقدان أقل للمياه حيث أن وجود الشعيرات حول الثغور في الساق يجعلها أقل عرضة للأشعة الشمسية المباشرة كما أنها تقلل النتح، لأن بخار الماء الناتج عن النتح يتجمع بين هذه الشعيرات ويكون طبقة مشبعة أو قريبة إلى التشبع ملامسة لجسم النبات (البتانوني 1976)، وهذا يتضح من خلال الأوراق الصغيرة لنبات العاقول والتي مساحتها لا تتجاوز (60 ملم مربع)، ووجود الثغور في الساق هو أيضاً أحد سبل التكيف التي تتواجد في بعض النباتات الصحراوية مثلها في ذلك مثل نبات الرتم Retama ويعتبر وجو الثغور في ساق نبات العاقول (صورة 5) تأقلماً لظروف البيئة خصوصاً وأن هذه الثغور صغيرة وموجودة بشكل مكثف (30300/ سم^2) ومنتشرة على سطح البشرة بشكل يضمن تعويض كمية CO_2 التي يحتاجها النبات والتي لايمكن توفيرها بالأوراق الصغيرة، مع فقدان أقل للمياه حيث أن وجود الشعيرات حول الثغور في الساق يجعلها أقل عرضة للأشعة الشمسية المباشرة كما أنها تقلل النتح، لأن بخار الماء الناتج عن النتح يتجمع بين هذه الشعيرات ويكون طبقة مشبعة أو قريبة إلى التشبع ملامسة لجسم النبات

(البتانوني 1976). كما أن وجـود الثغـور في السـاق يعتـبر ذو أهميـة خصوصـاً أن النبات سرعان ما ينفض عنه أوراقه بعد اكتمال فترة نموه الأساسية. نبـات العـاقول نبات شوكي ووجود الأشواك له أهمية خاصة في النباتات الصحراوية حيث تمتـص وتكسر الأشعة الساقطة وبالتالي تحافظ على درجة حـرارة النبـات كمـا أنهـا تخلـق طبقة فاصلة من الهواء بين سطح النبات وأطراف الأشواك وبالتالي تزيد من مقاومـة الطبقة العازلة (Bowndary layer resistance) مما يقلل من فقد الماء كما أنهـا تحمـي النبات ضد بعض آكلات النباتات وبالتالي تحافظ على النوع من الانقراض.

يتضح مـن خـلال النتـائج (جـدول 2) أن النباتـات المختـارة متقاربـة نسـبياً في الحجم حيث دل على ذلك التقارب في متوسط الوزن الجاف والرطب للنباتـات في البيئة المروية (58.03 جم جاف ± 19.3)، (130.93 جـم رطـب ± 43.4) وفي البيئـة الغير مروية (47.82 جـم جـاف ± 15.83)، (121.57 جـم رطـب ± 39.59) وهـذا يجعل المقارنة فيما بين النباتات في البيئتين مقارنة منطقية خصوصاً وأنهـا كـانت في نفس مرحلة النمو، هذا التقارب الموجود في الجزء الخضري غير موجود في المجموع الجـذري للنباتـات في البيئتـين والـتي أوضحـت اختلافـاً واضحـاً في جميـع المعايـير المستعملة حيث أنها دلت على تمايز مرتفع نسبياً في البيئات المروية عن الغير مرويـة (جدول 3). رغم أن النباتات الصحراوية تختلف اختلافاً واضحاً في نوعية أنظمتهـا الجذرية وامتداد جذورها ولكل منها صفاتها ومميزاتها الخاصـة الـتي تمتـاز بهـا عـن غيرها والذي عادة ما يكون نوعاً من أنواع التأقلم لاستغلال أفضل المغذيات والمياه في طبقات الأرض (المثناني 1987)، إلا أن زيادة عمق الجذور وكثافتها تعتبر احدى الطرق لتحسين امتصاص الماء بواسطة النبات، وهذه تعتبر صفة من صفات العديـد من النباتـات الصحراويـة (Batanony & Abdel wahab 1973)، هـذه الميكانيكيـة وجدت في نبات العاقول حيث تمتد جذوره إلى أكثر من 10 متر في بعـض البيئـات الجافة (البتانوني 1976)، وعن جذور النباتات تحت الدراسـة في البيئـة الغـير مرويـة فقد امتدت إلى أعمال لم يتم تحديد نهايتهـا إلا إنهـا تجـاوزت 90–100 سـم علـى عكس النبات في البيئة المروية والتي لم تتجاوز 70–80 سم بل أغلبها كانت نهايتهـا في الطبقة 50 – 60 سم (شكل 3 ب) (جدول 3). وتمتد هذه الجذور في البيئة الغير مرويـة بـدون تفرعـات جانبيـة بخـلاف النباتـات في البيئـة المرويـة والـتي أوضحـت

جذورها تفرعاً في الطبقات العلوية (شكل 6أ، ب). عدم وجود التفرعات الجانبية هي نباتات البيئة الغير مروية لربما يدل على امتداد الجذور للحصول على الماء والمغذيات من الطبقات العميقة من التربة وهي الأكثر ضماناً من حيث إمكانية استمرار تواجد الماء فيها، أما انتشار جذور نباتات البيئة المروية في الطبقات العلوية فهو راجع للنشاط البشري (مثل الحرث)، إضافة إلى صرف المياه الزائدة من عمليات الري (جي، البياتي 1992). رغم أن النباتات في البيئة الغير مروية تحتوي على جذور أقل كثافة وطولاً (جدول 3أ ، ب)، (شكل 3أ، ب)، (شكل 3أ، ب) إلا أنه من الواضح أن لها كفاءة عالية في امتصاص الماء والمواد الغذائية تماثل تلك التي في البيئة المروية وذلك يتضح من تقارب أوزان وأحجام الأجزاء الخضراء ومحتواها المائي في نباتات البيئتين (جدول 2) وقلة الجذور بالنسبة لوحدة الحجم من التربة تقلل من عملية التنافس بين النباتات والتي بدورها تؤدي إلى المحافظة على رطوبة التربة.

نسبة الجذور إلى الأجزاء الخضرية (56.9٪م ، 30.46٪ ع) تعتبر منخفضة لكن النباتات الصحراوية وبالرغم من الاعتقاد بأنها تحتوي على نسبة مرتفعة عن هذه النسبة (البتانوني 1976) فإن هذه النسبة عادة ما تكون مختلفة من نبات إلى آخر مما يؤهلها أن تتخذ كمعيار للتعرف على قدرة النبات في احتمال الظروف الجافة (البتانوني 1984). أثر الري على رطوبة الطبقة العلوية من التربة.

أما التربة الغير مروية فقد كان أقل كثيراً مما يجعل جزأها العلوي يعمل كغطاء للجزء السفلي وللمحافظة عليه من وصول العوامل التي تؤدي إلى فقد الماء. وجود الكساء النباتي في المنطقة الصحراوية ونوعية النباتات وكثافتها تتوقف بالدرجة الأولى على انبات البذور واستجابتها للظروف المتواجدة في هذه البيئة، وتعتبر مرحلة الانبات من أحرج المراحل في حياة النبات الصحراوي (البتانوني 1984). توجد عوامل كثيرة تؤثر في درجة الإنبات وسرعته والتي من أهمها وجود الظروف البيئية الملائمة. وللأنواع النباتية المختلفة في الصحراء احتياجات مائية وحرارية وضوئية مختلفة بتوقف موسم الانبات تحت ظروف الاختبار (37٪) كانت في درجة حرارة المعمل المصحوبة بالظلام المستمر عند تركيز الملوحة (0 ملي مول ص كل) ونلاحظ المعدل الأعلى للإنبات الذي بلغ (ثلاثة بذور يوم 1) في نفس

ظرف أعلى نسبة للإنبات، إضافة إلى ملاحظة طول فترة ظهور النتائج، وهـذا ربما يعود إلى سماكة قصيرة بذور نبات العاقول باعتباره أحد أفراد الفصيلة البقوليـة الـتي تتمتع بذورها بهذه الصفة كما هو الحل في بـذور نبـات الـرتم (Retama raetam). (البتانوني 1976) أما درجة حرارة الغرفة التي كانت الأفضل للانبات والـتي كـانت حوالي 30 درجة مئوية على الأغلب فهذا يتناسب مع درجة الحرارة المتواجدة علـى مدى الفترة من شهر الماء إلى شهر الفاتح من كل عام، كمـا أن نتـائج الإنبـات في الظلام قد دلت على أهمية هذا العـامل في ايجـاد أحسـن الظـروف للإنبـات وهـذا مايتجسد بالفعل في الطبيعة بحدوث عمليـة الإنبـات عنـد أعمـاق معينـة مـن التربـة حيث يتوفر عامل الظلام (جدول 4)، (شـكل 8). انخفـاض الملوحـة المشـجع علـى الإنبات يثبت أن العاقول من النباتـات الـتي لاتتحمـل درجـة الملوحـة العاليـة لكـي تحدث لبذوره عملية الإنبات.

والله الموفق

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

1- البتانوني (د. كمال الدين حسن) 1976: الصحراء في (البيئة والتنمية) المرجع البيئي العام منظمة جامعة الدول العربية للثقافة والتربية والعلوم وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. القاهرة (ص 181-206).

2- البتانوني (د. كمال الدين حسن) 1986: البيئة وحياة النبات في دولة قطر - جامعة ناصر.

3- البنا (د. على) 1970: أسس الجغرافيا المناخية والنباتية، جامعة عين شمس (ص 367-379).

4- الحليمي (د. عبدالقادر) 1985: مدخل إلى الإحصاء. منشورات عويدات. بيروت، ديوان المطبوعات الجامعية. الجزائر.

5- الخضري (د. أحمد سعدالدين) 1993: نظم بيئية - كلية العلوم الهندسية والتقنية. براك جامعة سبها.

6- الدناصوري (د. جمال الدين) 1964: جغرافية فزان. منشورات كلية الآداب، دار ليبيا للنشر والتوزيع.

7- السالم وديب (خليل، مصطفى) 1978: نباتات البر وأشجار الزينة في الكويت، فيصل عبدالعزيز (ص 38).

8- الطحلاوي (محمد رجائي) 1993: مجلة جامعة اسيوط للدراسات البيئية، العدد الرابع.

9- المثنائي (د. عبدالسلام محمد) 1987: دراسة بيئية لبعض النباتات صحراوية، رسالة الدكتوراه - جامعة لانكستر.

10- جي، البياني (د. جمال شريف دوغرامة، موسى طه خلف) 1992: تأثير اختلاف تصريف المنقطعات على توزيع جذور الذرة الصفراء في تربة جبسية. الزراعة والمياه العدد 13، ص21.

11- سليمان وأخرون (محمد صالح، أ. على، محمد زين العابدين) 1990: المكونات الكيميائية لدقيق جذور نبات العاقول المعهد العالي للتقنية. براك.

12- رشيد (د. أحمد) 1976: علم البيئة. معهد الأنماء العربي. بيروت

13- شارلس. هـ (شارلس. هـ. ساوتويك) 1984: علم البيئة ونوعية بيئتنا، ترجمة: د. قيصر نجيب صالح، السيدة سهيلة عباس الدباغ، د. طارق محمد صالح.

14- عبدالمقصود (زين الدين) 1981: البيئة والانسان - علاقات ومشكلات منشأة المعارف، الاسكندرية.

15- قدسية (د. سمير) 1981: مكافحة الآفات (الجزء الثاني). منشورات جامعة حلب - كلية الزراعة.

16- قطب (د. فوزي) 1985: النباتات الطبية في ليبيا، بيروت، الدار العربية للموسوعات.

ثانياً: المراجع الانجليزية

1- B. Brouk 1975 : Plants consumed by man. Acadeaic press (London) P: 244

2- D. W. Goodall, R . A . Perry 1979: Arid Land Ecosystem, Vol I. Academic press, New York.

3- Meigs, P. (1953): world distribution of arid and semiarid homocl imates, Rev . Arid zone Res., vol . I , UNESCO.

4- odum (Eugene. p. odum) 1962: Fundamentals of Ecology . W. B. Saunders compary.

5- Petrov mp. 1968: Methods of Productivity Studies and root System. USSR Academy of Sience. Nauka , Leningrad.