تأثير الري الناقص على الإنتاجية وخواصها النوعية لمحصول الذرة وفق الظروف المحلية الليبية

محمد عيسى احمد موسى، انتصار محمد كافو

قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس isamohammed00@gmail.com

الملخص

بدعم من الهيئة الليبية للبحث والعلوم والتكنولوجيا أجريت هذه التجربة على محصول الذرة (Zea mays L) صنف FAO 400 المروي بالتنقيط باستخدام منظومة لضخ المياه بمسطحات خلايا شمسية لدراسة تأثير اختلاف مستوى الري على إنتاجية المحصول وبعض الخواص النوعية للإنتاجية بمعاملة ري تم تعويضها بنسبة 100% من فاقد البخر نتح, ومعاملة أخرى للري تم تعويضها بنسبة 70%، وقد سجلت فروق معنوية ($P<0.05$) بين معاملتي الري بالنسبة لوزن كوز الذرة، وارتفاع الكوز، ووزن 1000 حبة، و عدد الصفوف في كوز الذرة، وعدد الحبوب لكل صف، بينما لم تسجل فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملتين بالنسبة لقطر الكوز، ، ومن خلال نتائج تقييم الإنتاجية سجلت معاملة الري بنسبة 100% أعلى إنتاجية بقيمة 8.3 طن/هـ, بينما سجلت معاملة الري بنسبة 70% إنتاجية وصلت قيمتها إلى 6.2 طن/هـ, حيث تأثرت الإنتاجية معنويا عند انخفاض مستوى الري بنسبة 30%. وبنهاية الموسم كانت قيمة البخر نتح الفعلي للمحصول (ETc) 672 مم. تم حساب كفاءة استخدام النبات لمياه الري والتي تمثل كمية الحبوب المنتجة بالكيلوجرام إلى كمية المياه المضافة بالري بالمتر المكعب (WUE-Water Use Efficiency) حيث تفوقت المعاملة 70 % وسجلت كفاءة قيمتها 1.38 كجم/م^3, وبينما سجلت المعاملة 100% كفاءة بقيمة 1.21 كجم/م^3.

الكلمات الدلالية: الري الناقص، الذرة الصفراء، الري بالتنفيط.

المقدمة

يعتبر الماء أحد العوامل الرئيسة المحددة للإنتاج الزراعي وتطوره وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، ومع قلة الموارد المائية وزيادة الطلب على المياه وخاصة للقطاع الزراعي بدأ الاتجاه نحو إستعمال انظمة ري حديثة ذات كفاءة عالية من أجل الاستخدام الأمثل للمياه المتاحة بالإضافة إلى تحسين النظم المتبعة حاليا في إدارة الري مع مراعاة تأثيراتها على إنتاجية المحصول (المجلة العربية لإدارة مياه الري، 1999). إن من الوسائل الفعالة في الاستثمار الأمثل للمياه هو السيطرة على كمية المياه المعطاة في كل رية وعدد الريات وحساب قابلية التربة لاستيعاب الماء وتلبية الاحتياجات المائية للنبات في مراحل نموه المختلفة للوصول إلى أعلى إنتاجية

.(Epperson, et al, 1993)

و في الاونة الاخيرة بدأ الاهتمام بنظم الري بالتنقيط بهدف زيادة كفاءة استخدام المياه، حيث إن هده الطريقة يضاف فيها الماء مباشرة إلى التربة، بكميات قليلة في مناطق نشاط الجذور وبهده الطريقة يتم تغطية جزء الحقل المزروع فقط، وهذه الطريقة تحتاج إلى ضغط منخفض، وقد أخدت هده الطريقة في الانتشار وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة من أجل توفير المياه. وقد صممت في البداية لري الأشجار التي بينها مسافات متباعدة نسبيا، ثم طورت أنابيب خاصة لري المحاصيل الصيفية، كما تكمن أهمية نظام الري بالتنقيط في التوازن الزمني القصير بين الماء المضاف عن طريقه، وظاهرة البخر نتح، بالاضافة إلى تخفيض الرشح العميق إلى أقل ما يمكن، كما ان إضافة الماء إلى جزء محدود من الحفل يحد من نمو الحشائش ومنافستها للمحصول في الماء والعناصر الغذائية، ويؤدي تشغيل النظام بطريقة مناسبة خلال الموسم، إلى زيادة كفاءة استخدام الماء بمقارنتها بأنظمة الرش أو الأنظمة السطحية الأخرى (Constantinidis C, 1998).

عرف عدد من الباحثين الري الناقص بإعطاء كمية من المياه تقل عن الإحتياجات المائية الفعلية للمحصول المائي خلال موسم النمو الكامل أو خلال بعض الفترات من مراحل نموه كتقنية جديدة في إدارة المياه تؤدي إلى تحسين عمليات الري، واستثمار المياه وزيادة كفاءة استخدامها (Prieto and Angueira, 1996) ، وتختلف المحاصيل في استجابتها للري الناقص، ولكن أغلب المحاصيل ذات الموسم القصير والنباتات المقاومة للجفاف تناسبها هذه الطريقة (Stewart and Musick, 1982)، ومن المحاصيل التي يمكن تطبيق الري الناقص عليها خلال موسم النمو أو خلال بعض فترات النمو: الذرة، والقمح، ودوارالشمس، .(Kirda et al, 1999)

لذا أجريت هذه الدراسة لتقييم استجابة نبات الذرة الصفراء بمستويين مختلفين من الري (مفهوم الري الناقص) باستخدام نظام الري بالتنقيط، وفق الظروف المحلية لمنطقة التجربة، ودراسة تأثير ذلك على صفات النمو والإنتاجية والصفات النوعية وكفاءة استخدام مياه الري لقلة الدراسات المحلية حول هذا الموضوع .

خطوات ومواد البحث

أجريت هده الدراسة العملية والحقلية في طرابلس بمنطقة تاجوراء, وبالتحديد قي مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية خط طول (13.42 ° شرقا، خط عرض 32.8 ° :شمالا)، للموسم الزراعي 2013 على محصول الذرة (Zea mays) صنف (FAO 400) المروي بالتنقيط باستخدام منظومة ضخ للمياه بمسطحات خلايا شمسية، لاختبار تأثير تقص المياه على نمو وإنتاج المحصول من الحبوب. أجريت التحاليل المطلوبة لبعض الصفات الطبيعية والكيميائية لتربة الدراسة وهي تربة بقوام رملي طميي.تم إعداد الأرض للزراعة، و أجريت كافة العمليات الزراعية من تسميد و حراثة وتسوية للحقل، واجريت عملية الحراثة بإستخدام المحراث القرصي بعد اضاقة السماد العضوي للحقل بمالعدلات الموصي بها ، أجريت بعد ذلك عملية التسوية للحقل وكانت عملية الزراعة لمحصول الذرة يوم 12 / 4 / 2013 باستخدام الة زراعة في صفوف و كانت المسافة بينها 50 سم،

والمسافة بين النباتات 30 سم للصف الواحد، قسم الحقل إلى عدد 4 أجزاء مروية بنسب 70%, 100% ,70% و100% من فاقد البخر نتح على التوالي، و تم ترك مسافة 2 م بين الاجزاء المروية ، وقد استخدم لري المحصول منظومة ري بالتنقيط بأنابيب مرنة حيث تضخ المياه من بئر على عمق 70 م بواسطة مضخة غاطسة تعمل بالطاقة الشمسية وبقدرة 1.8 كيلووات إلى خزانات لتجميع المياه، ومنها تضخ المياه بمضختين سطحيتين قدرة كل منهما 0.75 كيلووات تعملان بمسطحات للخلايا الشمسية مماثلة للمنظومة المستخدمة لضخ المياه من البئر ، يتم التحكم في إنتاجية كل منها من خلال المنظومة، ليتم ضخ المياه المطلوبة لأجزاء الحقل عبرشبكة الري بالتنقيط، والتي تتكون من خطوط المسافة بينها 50 سم، وتتوزع المنقطات فيها على مسافات 30 سم من بعضها على طول كل خط، و كانت الكثافة النباتية بعدد 6 نبات لكل متر مربع من الحقل تروى بعدد 6 منقطات. أضيف السماد المركب NPK 20-20-20 المحتوي على العناصر الصغرى بمعدل 350 كجم/هـ مع ماء الري بعد 15 يوماً من الزراعة وبمعدل 10 دفعات متساوية، وقد أجريت عملية التعشيب يدويا ودوريا وللمعاملات كافة. و كان حصاد المحصول بتاريخ 6 / 08 / 2013.

لاختبار تأثير معاملات الري على صفة النمو المتمثلة في قياس ارتفاع النبات عند اكتمال نموه في الحقل، تم اختيار عدد 10 نباتات عشوائيا لقياس طول النبات في بداية ومنتصف ونهاية كل جزء مروي من الحفل ، بمكررين للأجزاء المروية بنسبة 70%, و بمكررين للأجزاء المروية بنسبة 100% من فاقد البخر نتح، ولإختبار تأثير معاملات الري على الأنتاجية وخواصها النوعية بنهاهية الموسم تم تحديد مساحات مغلقة من كل جزء مروي ، وكل مساحة عبارة عن صفين من النباتات لمسافة 5 م في بداية، ومنتصف، ونهاية كل جزء مروي، حيث تم حساب عددالنباتات لكل م^2، وعدد أكواز الذرة لكل م^2 في كل مساحة، و لكل مساحة مغلقة ثم إجراء عملية الحصاد يدويا لاكواز الذرة ووضعت في أكياس بعدد المساحات المغلقة الخاصة بكل معاملة، ونقلت إلى المعمل لإجراء القياسات المطلوبة لتقييم الانتاجية، ومن كل كيس ثم اخد عدد 10 أكواز عشوائيا لإ جراء القياسات التالية على المحصول ومكوناته:

- ارتفاع الكوز (سم)
- قطر الكوز من المنتصف (سم)
- عدد الصفوف في الكوز.
- عدد الحبوب في الصف.
- وزن الف حبة (جم)
- وزن الكوز (جم)
- إنتاجية الحبوب (جم/هـ)

باستخدام برنامج الحاسب الآلي Statistical analysis system (SAS, 1998) أجري التحليل الإحصائي للتصميم العشوائي الكامل ((Completely Randomized Design CRD)) لدراسة تأثير معاملة الري بنسبة 100 % ومعاملة الري بنسبة 70 % على إنتاجية محصول الدرة، وبعض الخواص النوعية المتعلقة بالإنتاجية. كما استخدم

إختبار دنكن (Duncan) لعزل المتوسطات وإيجاد الفروق المعنوية, وكان النموذج الرياضي المستخدم على النحو التالي:

$$Y = \mu + Ti + \sum ij$$

Y = صفة الأستجابة

μ = المتوسط العام

Ti = المعاملات المدروسة

$\sum ij$ = الخطأ العشوائي

تم تقدير كفاءة استخدام الماء المضاف بالري لمعاملتي الري باستخدام المعادلة رقم (1) (Pene and edi, 1996):

$$WUE = WA / Y \quad (1)$$

حيث:

WUE = كفاءة استخدام ماء الري (كجم/م^3)

WA = كمية المياه المضافة في عملية الري (م^3)

Y = انتاجية الحبوب (كجم)

لتحديد الاحتياجات المائية لمحصول الذرة خلال الموسم، تم خلال التجربة الحقلية حساب معدل البخر نتح المرجعي (ETo) ، بأستخدام معادلة بنمان – مونتيث المعدلة (FAO Penman Monteith) (Allen et, al,1998) لقياس البخر– نتح المرجعي (ET_o) في المعادلة رقم 2 ، بالاعتماد على برنامج Cropwat (Smith, 1992)، ومن خلال معدل البخر نتح المرجعي ومعامل المحصول (Kc) لمحصول الذرة تم حساب البخر نتح الفعلي للمحصول (ETc) والذي يمثل مقدار الاستهلاك المائي خلال مراحل نمو النبات المختلفة باستخدام المعادلة رقم (3)، وقد تم الحصول على جميع المعلومات المناخية من محطة مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية بتاجوراء.

$$ETo = \frac{\left[o.408\times(Rn-G)+\gamma\left[\frac{900}{T+273}U2(ea-ed)\right]\right]}{\Delta+\gamma(1+0.34U2)} \quad (2)$$

حيث :

ET_O = البخر نتح المرجعي للمحصول (مم/ يوم)

Rn = الاشعاع الصافي (ميجاجول/ م^2/يوم)

G = تدفق حرارة التربة (ميجاجول/ م^2/يوم)

T = متوسط درجة الحرارة (^{o}م)

ea = ضغط البخار المشبع (كيلوبسكال/م^o)

ed = ضغط البخار الحقيقي (كيلوبسكال/م^o)

U_2 = سرعة الريح مقاسة عند ارتفاع 2متر (م/ث)

Δ = إنحدار منحنى ضغط البخار (كيلوبسكال/م^o)

Y = ثابت الرطوبة (كيلوبسكال/م^o)

900 = معامل تحويل

$$(ETc = Kc * ET_O) \qquad (3)$$

حيث :

ETc = البخر- نتح الفعلي (مم/يوم)

ET_O = البخر- نتح المرجعي (مم/يوم)

Kc = معامل المحصول

النتائج والمناقشة

من خلال النتائج بلغت القيمة الكلية للبخر نتح المرجعي ET_0 (736.4 مم) محسوبة من معادلة Penmam-Monteith المعدلة، ومن وخلال موسم نمو محصول الذرة، سجل البخرنتح الفعلي للمحصول ETc (672 مم) وهو يمثل مقدار الاستهلاك المائي طول فترة الموسم, خلال مراحل نمو النبات المختلفة.

يوضح الجدول 1، 2 نتائج تحليل عينات التربة لتحديد بعض الخواص الطبيعية و الكيميائية للتربة موضع الدراسة.

الجدول 1. بعض الخواص الطبيعية للتربة

الرمل %	63.98
الطين%	11.38
السلت%	25.64
قوام التربة	رملي طميي

الجدول2. بعض الخواص الكيميائية للتربة

K	**Na**	**Mg**	**Ca**	**So_4**	**Cl**	**Hco_3**	**EC** ديسي سيمنز/م	**pH**
ملي مكافئ لتر							2.17	7.7
0.46	15.48	1.72	2.24	1.92	16.8	1.32		

بينت نتائج تأثيرات معاملات الري على صفة النمو المتمثلة في قياس إرتفاع النبات في الحقل بنهاية الموسم الجدول (3), وجود فروق معنوية بين طول النبات بالسنتيمتر لمعاملة الري بنسبة 70 % و طول النبات لمعاملة الري بنسبة 100%, , بينما لم تسجل فروق معنوية ($P<0.05$) بالنسبة لعدد النباتات لكل متر مربع ، و كذلك عدد أكواز الذرة في كل متر مربع من الحقل بين المعاملتين 70%, و100 %.

الجدول3. تأثير معاملات الري بمستويات 70%, و100% على طول النبات، و عدد النباتات / م^2، عدد أكواز الذرة/ م^2

مستوى الري %	**متوسط ارتفاع النبات (سم)**	**متوسط عدد النباتات (نبات/م^2)**	**متوسط عدد أكواز الذرة (كوز/م^2)**
70	^{b}3.7237 ± 198.4	^{a}0.1893 ± 6.1	^{a}0.2162 ± 5.5
100	^{a}2.2771 ± 209.3	^{a}0.1633 ± 6.2	^{a}0.2309 ± 5.8

($P<0.05$)المتوسطات التي تشترك في نفس الحرف عموديا لا تختلف معنويا

يوضح الجدول (4) نتائج تأثيرات معاملات الري على بعض الخواص النوعية لكوز الذرة, حيث سجلت فروق معنوية بين معاملتي الري فيما يتعلق بارتفاع كوز الذرة، وعدد الصفوف في الكوز، وكذلك عدد الحبوب في الصف, أما بالنسبة لقطر الكوز لم تسجل النتائج فروق معنوية بين المعاملتين 70, و100 %.

الجدول4. تأثير معاملات الري بمستويات 70%, و100% على بعض خواص كوز الذرة

مستوى الري %	متوسط ارتفاع كوز الذرة سم	متوسط قطر كوز الذرة سم	متوسط عدد الصفوف في كوز الذرة	متوسط عدد الحبوب في كل صف
70	^{b}0.470±17.1	^{a}0.066 ±4.2	^{b}0.061 ± 16.4	^{b}0.980±32.4
100	^{a}0.691±20.8	^{a}0.105 ± 4.5	^{a}0.154± 17.1	^{a}0.497±36.2

المتوسطات التي تشترك في نفس الحرف عموديا لا تختلف معنويا ($P<0.05$)

يوضح الجدول (5) نتائج تأثيرات معاملات الري على وزن 1000 حبة، حيث تعد الحبوب الهدف الرئيسي من زراعة المحاصيل الحقلية، وقد سجلت صفة وزن 1000 حبة ارتفاعا في معاملة 100% بمعنوية عالية عن المعاملة 70% ، كما كان لتأثير معاملة الري أثر واضح على كل من وزن كوز الذرة، حيث انخفض في معاملة 70% بمعنوية كبيرة، كنتيجة لنقص المياه خلال فترة التزهير، وهذا يتفق مع الدراسات السابقة والتي تؤكد على أن لكمية المياه وتوزيعها تأثيرا معنويا على إنتاج الحبوب (Reddy et al, 2003).

الجدول5. تأثير معاملات الري بمستويات 70%, و100% على الخواص الإنتاجية لمحصول الذرة

مستوى الري %	**متوسط وزن 1000 حبة (جم)**	**متوسط وزن كوز الذرة (جم)**	**متوسط وزن الكوز بدون حبوب (جم)**
70	^{b}7.853±211.87	^{b}12.658±130.18	^{b}0.771±17.46
100	^{a}9.351±230.45	^{a}14.904± 163.6	^{a}0.622±20.65

المتوسطات التي تشترك في نفس الحرف عموديا لا تختلف معنويا($P<0.05$)

يوضح الجدول (6) الاحتياج الفعلي الكلي للمحصول (ETc) خلال الموسم بالنسبة للمعاملة 70%، والمعاملة 100%، وكمية الماء المضاف بالري للمعاملتين ومن خلال ذلك كانت كفاءة منظومة الري في كل معاملة والتي تمثل الماء المضاف بالري إلى الاحتياج الفعلي للمحصول في كل معاملة، حيث سجلت المعاملة 70 بنهاية الموسم كفاءة ري 95% ، ويعزى الأنخفاض في

كفاءة الري بالنسبة للمعاملة التي صممت على أساس تعويض 70 % من الاحتياج المائى إلى بعض الفواقد في منظومة الري حيث تضخ المياه من بئر على عمق 70 م بواسطة مضخة غاطسة تعمل بالطاقة الشمسية إلى خزانات لتجميع المياه، ومنها تضخ المياه بمضختين سطحيتين قدرة كل منهما 0.75 كيلووات تعملان بمسطحات للخلايا الشمسية تم التحكم آليا في إنتاجية كل منهما من خلال منظومة الخلايا الشمسية لضخ المياه المطلوبة لكل معاملة من معاملات الري عبر شبكة الري بالتنقيط. كذلك يوضح الجدول (6) نتائج تأثيرات معاملات الري على إنتاج الحبوب، حيث انخفض الإنتاج في معاملة الري بمستوى 70% وسجلت إنتاجية مقدارها 6.2 طن/هـ, وقد تأثرت الإنتاجية معنويا وانخفضت بنسبة 25% عن الإنتاجية التي سجلتها المعاملة 100% التي وصلت إلى 8.3 طن/هـ، وهذا يتفق مع الدراسات السابقة في هذا الموضوع حيث أشار Rossi, et al, 1989) إلى أن الماء هو العامل الرئيسي من بين العوامل المؤثرة على الإنتاجية في محصول الذرة. وبحساب كفاءة استخدام ماء الري والتي تمثل كمية الحبوب المنتجة بالكيلوجرام إلى كمية المياه المضافة بالري بالمتر^3 (WUE – Water Use Efficiency) تفوقت معاملة الري بمستوى 70% من حيث كفاءة استخدام النبات لماء الري وسجلت 1.38 كجم/م^3, بينما سجلت معاملة الري بمستوى 100% كفاءة في استخدام ماء الري سجلت 1.21 كجم/م^3 ، وحسب الدراسات السابقة يعود السبب في زيادة كفاءة استخدام ماء الري إلى طريقة الري بالتنقيط والتي تؤدي إلى زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وتقليل الماء االفاقد بالرشح العميق، كما أن الاحتياج المائي الأقل والمردود الجيد عند الري بالتنقيط كانا السبب في ارتفاع كفاءة استخدام النبات للماء (Lamm and Camp, 2007)، بينما يشير (Faree, et al, 2006) إلى ان أستخدام الري الناقص ينتج عنه زيادة في كفاءة استخدام الماء، حيث يؤدي تقليل ماء الري إلى جعل النبات يبذل جهد أكبر لإمتصاص ماء أكثر عن طريق زيادة نشاط النظام الجذري مما يؤدي إلى الزيادة في كفاءة استخدام الماء.

الجدول 6. تأثير معاملات الري بمستويات 70%, و100% على الإنتاجية (كجم/هـ) لمحصول الذرة، وكفاءة استخدام ماء الري (كجم/م^3)

مستوى الري %	إنتاج الحبوب (كجم/هـ)	البخر نتح الفعلي للمحصول (مم)	الاحتياج الفعلي للمحصول (م^3/ هـ)	مياه الري (م^3/ هـ)	كفاءة منظومة الري %	كفاءة استخدام ماء الري (كجم/م^3)
70	6200	470	4700	4482	95	1.38
100	8300	672	6720	6828	101.6	1.21

الأستنتاج

من خلال نتائج التجربة الحقلية نستنتج:

ان إنتاج المحصول من الحبوب عند انخفاض مستوى الري بنسبة 30% حقق إنتاجية تقل بنسبة 25% فقط عن إنتاجية المحصول الذي تم ريه بنسبة 100%، وبالتالي زادت كفاءت استخدام المياه بنسبة 10% عند الري بمستوى 70% وهذا يعني توفير ما قيمته 682 م^3 من المياه عند حسابها لمساحة تغطي 1 هكتار من محصول الذرة خلال الموسم، وتزداد أهمية هذه القيمة التي سيتم توفيرها عند زراعة مساحات واسعة من نفس المحصول.

التوصيات

إعادة إجراء مثل هدا النوع من التجارب ولعدة مواسم على محصول واحد, أو على عدة محاصيل, مع تجربة الأصناف العالمية المقاومة للجفاف وفق الظروف المحلية قد يسهم في توفير كميات من مياه الري, على أن يقتصر تخفيض مياه الري على مراحل النمو والتي تكون تأثيراتها محدودة على الإنتاجية حيث أشار كل من (Lauer, 2003), و(Najy, 2009) إلى أن تعريض نبات الذرة للشد المائي أثناء مراحل معينة من نموه يمكن أن يوفر كمية من المياه دون أن يؤثر معنويا على الإنتاجية, بسبب عدم حساسية النبات لنقص المياه في تلك المراحل, كما أشار (Kirda et al, 1996) إلى أن تعريض نبات الذرة للشد المائي خلال مرحلة تكوين الحبوب لم يؤثر معنويا في الإنتاجية, وأسهم في توفير ما قيمته 25% من متطلبات الري.

تشجيع الدراسات من أجل تقدير الاستهلاك المائي للمحاصيل في العديد من مناطق ليبيا بالطرق المباشرة أو باستخدام المعادلات التجريبية الأخرى وخصوصا للمحاصيل الرئيسية لتقدير قيم البخر نتح القصوى لهذه المحاصيل , وإجراء الدراسات لمقارنة هذه الطرق بعضها ببعض واختيار ما هو مناسب للظروف البيئة المحلية, مع إعطاء مجال واسع للأرصاد الجوية الزراعية وأهميتها في خدمة أستراتيجية إدارة الموارد المائية لمواجهة العجز المائي خلال السنوات القادمة والاشتراك مع المنظمات الدولية التي لها تاريخ طويل في هذا المجال للاستفادة من خبراتها وتجاربها التي طبقت في هذا المجال في مناطق واسعة من العالم.

المراجع

المجلة العربية لادارة مياه الري (1999). كفاءة الري السطحي في الوطن العربي وافاق تطويره، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، السنة الاولى، العدد الاول ص 21-33.

Allen, R.G, Periera, L.S, Raesa, D, Smith M, 1998. "Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements" Food and Agriculture Organization of the United Nation –Irrigation and drainage, paper 56.

Constantinidis C, 1998. Idraulica applicata generale e agraria. Calderoni Edagricole Bologna, Milano, Roma .301 –303, 331 –333, 359 –384.

Eck, H.V. 1986. "Effect of water Deficits on Yield, Yield components and water use Efficiency of Irrigation Corn". Agronomy J, Vol. 78: 1035-1040.

Epperson, James E. Hook, and Y. Mustafa, 1993. "Dynamic programming for improving irrigation scheduling strategies of maize". Agricultural Systems, Vol. 42: 85-101.

Farre, I, and J.M. Faci. 2006. "Comparative response of maize (Zea *mays* L.) And sorghum (Sorghum *bicolour* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment". Agricultural Water Management AGR WATER MANAGE, Vol 83, no. 1, pp. 135 - 143

Kirda, C., P., Moutonnet, C., Hera, and D. R. Nielsen, 1999. Crop yield response to deficit irrigation. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Puplishers.

Kirda, C, R. Kanber, K. Tulucu, and H. Gungor. 1996. "Yield response of cotton, maize, soybean, sugarbeet, sunflower and wheat to deficit irrigation". *In*: Nuclear Techniques to Assess Irrigation Schedules for Field Crops. IAEA, TECDOC 888, pp. 243-260, Vienna.

Lauer, J . 2003. What happens within the corn plant when drought occurs University of Wisconsin.

Lamm, F.R., and C.R. Camp. 2007. Subsurface drip irrigation. Chapter 13 in Microirrigation for Crop Production - Design, Operation, and Management. F.R. Lamm, J.E. Ayars, and F.S. Nakayama (Eds), Elsevier Publications. P 473-551.

Mean monthly temperature data during the period of 1945-2000, meteorological *department, internal report, Tripoli-Libya.*

Najy, Arm Sammer .2009. Response of corn (Zea mays L.) to deficit irrigation at different growth stages.

13. SAS. 1988. Sas Users Guide: statistics .ver 6.12. SAS Inst, Cary, NC.

Smit, M. 1992, Cropwat, A.,"Computer for irrigation planning and management" FAO, Irrigation and Drainage. Paper 46, Rome, Italy.

Stewart, B. A. and J. T. Musick. 1992. Conjunctive use off irrigation and rainfall in semi- arid regions. Advances in Agronomy, 1:1-23.

Pene, C.B.G., and G.K. Edi (1996). Sugarcane yield response to deficit irrigation at two growth stages. ***In***: Nuclear Techniques to Assess Irrigation Schedules for Field Crops. IAEA, TECDOC 888, pp. 115-129, Vienna.

Prieto, D. and C. Angueira, 1996. Water stress effect on different growing stages for cotton and its influence on yield reduction. In: Nuclear Technique to Assess Irrigation Schedules for Field Crops, pp. 13-32, IAEA TECDOC-888, Vienna.

Reddy, G.K.M., K.S. Dangi, S.S. Kumar and A.V. Reddy, 2003. Effect of moisture stress on seed yield and quality in sunflower (Helianthus annuus L.) J. Oil Seeds Research, 20 (2): 282-283.

Rossi, P. and Gaspari N, 1989. L'irrigazione del mais in situazione di "emergenza idrica". Il giornalino del mais, n.6, pag.13-14.