تأثير جدولة الري القائم على البخر النتح القياسي على كفاءة استعادة النيتروجين ونمو إنتاجية محصول الخس

نورالدين سالم بلق ، أشرف يعقوب سويدان ، عبدالحكيم عمر الفقيه ، محمد علي الأسود
المعهد العالي للتقنيات الزراعية – الغيران طرابلس – ليبيا

الملخص :

تم دراسة تأثير إستخدام الري المحصول بواسطة البخر النتح القياسي لمعادلة الفاو / بنمن – مونتث على نمو وإنتاجية محصول الخس الروماني (romaine Lettuce) صنف (moon Valley) وهو صنف ذو إنتاجية عالية مستخدمين أربع مستويات من الري هي 50% ، 75% ، 100% 125% ، وأشارت النتائج المتحصل عليها مستويات الري 125% 100% ، هي الأعلى بدون فروق معنوية في كل المعاملات ولكنها معنوية مقارنة بمستوي الري 75% 50% ، وكذلك مستويات 100% ، 75% ، الأفضل كذلك في كفاءة إستخدام الماء وخاصة 100% ، وكان مستويات الري 100% 125% ، الأعلى في كفاءة استعاده النيتروجين (recovery efficiency) خاصة للمحتوي 100% ، من مياه الري وهذا يعطي مؤشر جيد يقلل من الأثار البيئة المرتبة بغسيل والجريان السطحي للنيترات .

ABSTRACT :

The effect of using irrigation produced by standard transpiration evaporation of the FAO Penman-Monte equation on the growth and productivity of romaine lettuce was studied (moon Valley), a variety with high productivity using four levels of irrigation: 50%, 75%, 100% 125%, and the results obtained indicated irrigation levels 125% 100%, are the highest without significant differences in all transactions, but significant compared to the irrigation level 75% 50%, as well as levels of 100%, 75%, the best As well as in the efficiency of water use, especially 100%, and the irrigation levels were 100% 125%, the highest in the efficiency of nitrogen recovery (recovery efficiency), especially for the content of 100%, of irrigation water, and this gives a good indicator that reduces the effects of the environment arranged by washing and runoff of nitrates .

الكلمات الدلالة :

نظام دعم القرار (Crop Manage) ، الإحتياجات المائية للمحاصيل ، الخس الروماني ، كفاءة إستخدام المياه ، كفاءة استعاده النيتروجين ، غسيل النترات ، الري بالرش .

1. المقدمة :

يمكن اعتبار أن مناخ البحر الأبيض المتوسط مثالياً لإنتاج الخضروات في العروه الخريفية والربيعية وبشكل خاص محصول الخس حيث يمكن توفر إمداد مائية من خلال مياه الأمطار وبالتالي يحقق مردود إقتصادي جيد (1) ، وفي الفترة الأخيرة مع توالي سنوات الجفاف تم الإعتماد بشكل أساسي على المياه الجوفية لتغطية المتطلبات المائية المتزايدة مما أدي لهبوط المياه الجوفية وتدهور نوعيتها خاصة في المناطق الساحلية (2) ، وهذا يتعارض مع مفهوم الإدارة المستدامة للمياه الجوفية (sustainable ground water management) (4) ، ولزيادة الإنتاجية يعمل الكثير من المزارعين على زيادة إضافة السماد النتروجيني لفقر الترب الليبية (5) وبطريقة غير علمية مما يؤدي لفقد كميات كبيرة من السماد بالغسيل أو التطاير مع إضافة الري بطريقة غير مقننه مما يؤدي للتلوث وخسارة إقتصادية لفقد الماء والأسمدة (7) مع تزايد عدد السكان وإرتفاع مستويات المعيشة أي زيادة الطلب على المنتجات الزراعية وفي نفس الوقت دخول العولمة (globalization) وتحرير الأسواق (Liberalization markets) وبالتالي لزيادة الضغط على الموارد المائية والطبيعية والمخاوف العيش الضغط تزايد إلى تدهور الإنتاج الزراعي (13 ، 12) والزراعة المروية (irrigated agricultures) تتطلب المزيد من عناصر وهذا يرتبط بزيادة الأرباح الصافية إقتصادية أكثر من مجرد تعطي إنتاجية المحاصيل وهو موضوع معقد وصعب كبير وهو يتطلب إستخدام المياه بمحكمة ودقة بحيث يكون هامشي الغطاء التطبيقي ضغط جداً (4) .

2. المواد وطرق البحث :

1.2. الموقع :

تم إجراء البحث في مركز طرابلس للتقنية الزراعية في منطقة إرتفاعها (56m) فوق مستوي سطح البحر ومتوسط الهطول المطري (32mm) ومعدل البحر النتح القياسي يتراوح من (332mm – 390) في تربة رملية ونسبة المادة العضوية لا تزيد عن (0.97%) .

2.2. شبكة الري :

تم إستخدام الري بالرش الثابت المسافة بين الخطوط (10m) وبين الرشاشات (9m) نسبة التداخل بين الرشاشات (50%) لرشاش أسباني ثنائي الفوهة يعطي معدل (0.16 L/sec) عند الضغط (2.1m) ومعامل الإنتظامية الحقلية (76.93%) تم حسابها خلال معادلة كرسيتانسن (2002) (10) .

3.2. برمجة الري وحسابات إدارة المحصول :

حسب الأبحاث السابقة (27/8) محصول الخس بالخصوص ترتبط ارتباط وثيقاً بالغطاء النباتي

Fractional canopy coves (Fc) وكذلك يرتبط بمرحلة نمو المحصول (FAO 66) (29) ، وتم إستخدام النموذج الرياضي (CMC) (Crop Manage Calculation) الذي أقترحه (30) .

1.3.2. البخر النتح القياسي المتوسط بإستخدام المعادلة التالية (FAO 24) (26) :

$$ETo = ETo \cdot Kc \qquad (1)$$

2.3.2. تم تقدير البخر النتح القياسي بواسطة معادلة الفاو – بنمن مونتث (FAO 56) :

$$ET_o = \frac{0.408\,\Delta\,(Rn-G)+\gamma\frac{900}{T+273}U_2(es-ea)}{\Delta+\gamma\,(1+0.34\,U_2)} \qquad (2)$$

حيث أن :

ET_o = بخر نتح مرجعي (mm/day) .

Rn : صافي الإشعاع الشمسي عند سطوح المحصول ($MJ/m^2/day$) .

G : شدة تدفق حرارة التربة ($MJ/m^2/day$) .

T : متوسط درجة حرارة الهواء اليومية عند ارتفاع 2m .

U_2 : سرعة الرياح عند ارتفاع 2م (m/sec) .

Es : ضغط البخار المشبع (Kpa) .

Ea : ضغط البخار الفعلي (Kpa) .

(es - ea) : عجز ضغط البحار المشبع (Kpa) .

Δ : انحدار منحنى ضغط البخار (Kpa) .

3.3.2. تقدير معامل المحصول بإستخدام المعادلة (Hoffman 2012) (19) :

$$FC = Cmax \,/\, (1 + \exp(A + B \times DAP \,/\, Max\ day) \times 10^{-2}) \qquad (3)$$

حيث أن :

FC : معامل المحصول حقليا .

Cmax : النسبة المئوية المتوقعة التي يغطيها المحصول من المساحة المخصصة له (83%).

A,B : معامل المحصول مرتبطة بنوع المحصول خاصة (6.1 ، 11.9 على التوالي) .

Max day : إجمالي أيام المحصول الكلية من النمو حتي الحصاد (72 يوم) .

4.3.2. التحديد معامل النتح يستخدم نموذج الغطاء النباتي (21) :

$$T = 0.40\ Fc^2 - 1.5\ Fc \qquad (4)$$

وهي معادلة أقترحها (21) مستفيدة من النتح اليومي ومقدار أعتراض النبات الإشعاع الشمسي solar radiation interception .

مع ملاحظة تم أعتماد Cmax بمقدار (0.92) لتربة هذه التجربة حيث يمثل معامل البخر من التربة (Ke) مقارنة بالنتح المحصولي حيث أعتماد لليوم الأول (1.0) على أعتبار أن الري بالرش والأمطار يبلل كل سطح الحقل كما هو بعد إضافة مياه الري و (0.38) لليوم الثاني و (0.05) لليوم الثالث و (0) لليوم الرابع على اعتبار أن معامل المحصول دالة لنتح والبخر من سطح التربة إعتماد على الدالة الرياضية التالية (17) .

5.3.2. الدالة الرياضية التالية :

$$Kc = Max\ (T\ ,\ Ke) \qquad (5)$$

6.3.2. تم تقدير إجمالي البخر النتح القياسي المحصولي بإستخدام المعادلة التالية ومتوسط المعامل المحصول حسب المرحلة :

$$\sum_i^m \sum_i^n \sum_i^k ETc = ETo_{avg} \,.\, Kc_{avg}\ Ndays \qquad (6)$$

حيث أن :

Ndays : عدد الأيام حسب المرحلة .

ETo_{avg} : متوسط البخر النتح القياسي لمحصول .

Kc_{avg} : متوسط البخر معامل المحصول الخس .

تم إضافة النيتروجين بمقدار 180 كجم / هكتار ، لسماد نيترات الألومنيوم وتم قياس النيتروجين عند الأعماق 0 – 30 30 – 60 ، علما أن الإضافة كانت مع مياه الري (Fertigcotion) وذلك لجميع المعاملات الري .

7.3.2. تقدير كمية المياه الري المضافة بإستخدام المعادلة (17 ، 26) :

$$Aw = \sum_i^m \ {}_i^n\sum \ {}_i^k\sum \ Aw = \frac{\sum ETc}{Eu\ (1-IR)} \qquad (7)$$

8.3.2. وتم تقدير كفاءة استعاده النيتروجين بإستخدام المعادلة التالية (14 ، 19) :

$$NRE = Nconct \ . \frac{y}{Nfert} \qquad (8)$$

حيث أن :

Nconct : تركيز النيتروجين في الأوراق الخس (%) .

Nfert : كمية السماد المضاف (Kg/ ha) .

y : الإنتاجية (Kg/ha) .

9.3.2. وتم تقدير كفاءة إستخدام الماء بالمعادلة (16 ، 17) :

$$WUE = \frac{y}{ETc} \qquad (9)$$

1.3. التحليل الإحصائي :

تم إستخدام التصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) في (5 مكررات) عند مستوي معنوية (0.05) والمقارنة بين المتوسطات بإستخدام أقل فارق معنوي (Lsd) (14) وكان مقدار مساحة الوحدة التجريبية ($23 \times 4\ m^2$) ، والمساحة الكلية كانت ($2000m^2$) .

2.3. القياسات المستهدفة لتقييم المحصول :

الكتلة الحيوية والكتلة القابلة للتسوق بعد إزالة 8 أوراق الخارجي وزن ورقة الخس وذلك بأختيار (40) الرأسي من الخس عشوائياً لكل وحدة معاملة والوزن الرطب و الجاف عند $60c^o$ لمدة (48 ساعة) ومن ثم للتقدير النتروجين في الأوراق وتم التقدير (Nitrogen recovery efficiency) .

4. النتائج والمناقشة :

من خلال النتائج المتحصل عليها على الخس (romaine lettuce) لتطبيق برنامج (Crop Manage) لدعم إتخاذ القرار أتضح أنها تعتمد بشكل أساسي على المعادلة (7) لجدولة الري وأشارت النتائج أن إضافة 100% من مياه الري مجدية حيث المحصول القابل للتسويق وكذلك المحصول الورقي الأعلى (Cored product) مقارنة بالري 125% وكانت المستويات 75% ، 50% حيث كانت 100% أعلى كفاءة في إستخدام مياه الري ولوحظ أن كفاءة استعاده النيتروجين (Nitrogen recovery efficiency) كان بفارق معنوي للري 100% أفضل إقتصاديا من 125% للجانب الإقتصادي ، (16 ، 19) ، يوضح البحث أنه يتوافق مع العديد من الدراسات السابقة من وكفاءة إستخدام واستعاده النيتروجين (22،21،8،7) ولوحظ أن مستويات الري معادلة 76% كانت كفاءة المتحصل وهي أقل من القيمة المقدرة وهي بحوالي 80% وقد يعود هذا إلى ظروف غير ملائمة مثل النيتروجين التي فقالت النمو بمقدار (4 – 6 %) وذلك عند المقارنة بين القيمة المتاحة والقيمة المقدرة للنموذج كما يمكن القول أن كفاءة كان في حدود 78% ، مؤشر لحجم المظلة النباتية (26) لا تزيد كفاءة عن 76% من 100% لعدم وجود الكثير من الفاقد خاصة أن كانت الريات متقاربة وصغيرة نسبياً (7م) .

جدول رقم (1) الخواص الطبيعية لقطاع التربة بموقع الدراسة

العمق (سم)	الرمل (%)	السلت (%)	الطين (%)	القوام	الكثافة الظاهرية (جم / سم^3)	السعة الحقلية (%)	نقطة الذبول (%)
20 – 0	88.9	6.5	4.6	رملي	1.55	11.36	4.81
40 – 20	86.8	7.5	5.7	رملي	1.49	9.82	4.42

جدول رقم (2) التحليل الكيميائي للتربة موقع الدراسة

العمق (سم)	pH	Ec ds/m	meq / 1							
			Ca^{+2}	Mg^{+2}	Ma^{+}	K^{+}	So_4	HCo_3	CL^{-}	نسبة المادة العضوية
20 – 0	7.7	0.75	1.96	3.22	2.02	0.42	2.17	4.18	1.20	0.671
40 – 20	7.3	0.42	1.12	1.08	1.53	0.57	1.68	1.86	0.68	0.933

جدول رقم (3) التحليل الكيميائي لمياه الري المستخدمة في التجربة

pH	Ec mmhos/cm	meq / 1					
		Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	HCo_3^{-2}	Cr^{-1}	So_4^{-2}
7.6	1.51	1.56	7.48	6.19	0.21	3.44	5.8	6.03

يلاحظ من خلال جدول (1 ، 2 ، 3) أن التربة رملية فقيرة العناصر الغذائية وأن الخصائص الفيزيائية والكيميائية تتوافق مع التربة الجافة ومناطق المتاحة إتجاه .

جدول رقم (4) كمية المياه المستدامة في التجربة حسب مستويات الري

معاملة الري	كمية مياه الري (mm/sec)	كمية الأمطار (mm/sec)	كمية المياه الكلية
%50	181	104	285
%75	212	104	316
%100	247	104	351
%125	321	104	425

يلاحظ من خلال جدول (4) وأن كمية الهطول في تلك الفترة لم يتجاوز (104 مم) وهي كمية مثلية وثم إضافة الباقي على شكل مياه وعلى حسب الكمية المحسوبة لمحصول كما مبين في جدول (4) .

جدول رقم (5) تأثير الري على نمو إنتاجية الخس

معاملة الري	الإنتاجية kg/ha	الوزن الجاف kg/ha	الإنتاجية الورقية	القابل للتسوق	وزن الرأسي	نبات الخس
%50	17183 a	1494 a	7163 a	12372 a	257 a	65 a
%75	29154 b	2004 b	19176 b	19824 b	408 b	71 b
%100	43148 c	2385 e	19019 c	29873 c	629 c	70 b
%125	45448 c	2449 c	20092 c	28857 c	632 c	73 b

جدول رقم (6) كفاءة إستخدام الماء وكفاءة إستخدام الماء

معاملة الري	WUE	NER	N%
%50	178 a	62 a	2.9 a
%75	205 b	75 b	3.3 bc
%100	325 c	86 c	3.5 c
%125	179 a	84 c	3.2 b

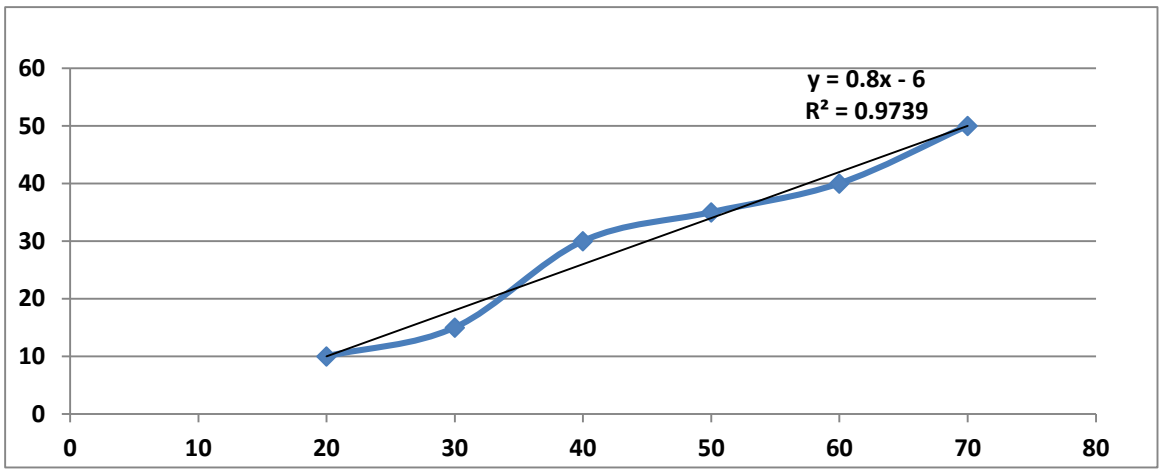
جدول رقم (7) تأثير الري ماء التربة (KPC)

معاملة الري	20	30	40	60	70
%50	4.2	9.3	34.6	55.5	56.1
%75	5.0	10.1	45.2	63.1	63.2
%100	4.5	11.3	42.5	72.5	72.3
%125	4.8	10.8	37.7	73.6	74.5

يلاحظ أن مياه الري وكفاءة إستخدام الماء من خلال جدول أن كمية مياه الكلية تتراوح من 285 لمستوي ري 185 و 425 لمستوي ري 125% ويلاحظ أن كفاءة إستخدام مياه الري كانت الأعلى عند 100% ثم 75% ثم 50% ثم 125% يلاحظ فروق معنوية وهذا يدل على إستجابة الخس لمياه الري وقد يكون كفاءة مياه الري 125% لعدم الإستفادة من السماد والنتروجين المضاف وكذلك الكفاءة أخذ معادلة من الدرجة الثانية زيادة إنتاجية (7) ويمكن افتراض صحة هذا بناء أعلى تركيز النتروجين في أو رأي الخس كانت الأعلى عند 100% ثم 75% بدون فارق معنوي أما كفاءة إستخدام السماد النيتروجين يلاحظ تقارب مستويات الري 75% وكانت الأعلى والأمثل معنوية عند 100% حيث يعمل الري المناسب على زيادة إمتصاص النتروجين من التربة .

5. تأثير مستويات الري على الإنتاجية :

يلاحظ أن الإنتاجية الكلية كانت الأعلى معنوية عند مستوي ري 125% ، 100% بفارق معنوية مقاربة بالمعاملات 75%



، 50% ومعنوية كثيرة كمية المادة الجافة في أوراق الخس التي كانت الأعلى في 100% ، 125% بدون فروق معنوي أما الإنتاجية القابلة للتسوق بعد إزالة 8 أوراق خارجية فكانت الأعلى عند 100% المستوي الري ثم 125% بدون فارق ثم

75% ، 50% ، وهو ما أنطبق بشكل واضح على فروق الخس فكان الأفضل 125% ، 100% بدون فارق معنوي ومعنوي 75% ، 50% أما الرأس القابلة للتسوق فكان الأفضل 100% ثم 125% أما الرأس المحفور (cord yield) أي بعد وزن الأوراق فقط فكان لأفضل 100% حيث بلغ حوالي طن22.6/ هكتار ثم 100% وبلغ 20.2طن/ هكتار وثم 75% تبلغ حوالي طن14.8/ هكتار ثم 9.2 طن/هكتار وهذا أي نسبة 75% ، 50% هو الأفضل ، كما يبن في الشكل (1) .

شكل (1) يوضح المحتوي الرطوبة في التربة ونسبة الغطاء النباتي .

6. تأثير مستويات الري على الغطاء النباتي :

يلاحظ تزايد حجم الغطاء النباتي كنسبة من المستدامة المخصصة له بطريقة متسارعة خاصة بعد مرور 50 / 40 يوم لكل المعاملات وكان الأمثل عند 100% ثم 125% ثم 75% ثم 50% .

7. تأثير الري على المحتوي الرطوبة :

تم تقدير المحتوي الرطوبي مثل الري فيلاحظ الجدول والشكل أن هناك تقارب في مستوي جهد الماء في التربة لكل المعاملات ثم تزايد كبير في الجهد المائي 50% ، 75% ، وهذا يعطي أن هناك مستوي يجب أن يكون مابين 100% 75% لوجود فارق كبير في جهد الماء خاصة الطبقات التقليدية أما فكانت متقاربة وهذا باحتياج المزيد من البحث حوض إمتصاص الماء وإنتشار الجذور في طبقات التربة وعدد الشتلات الجذرية وهو يتفق مع العديد من الدراسات (7) .

8. الخلاصة

من خلال الدراسة تم التوصل الي الخلاصات التالية:

1- إضافة 100% من مياه الري مجدية للحصول علي محصول قابل للتسوق ذي انتاجية ورقية الأعلى (Cored product) (الإنتاجية القابلة للتسوق) مقارنة بالري 125% وكذلك المستويات 75% ، 50% علي التوالي.

2- كفاءة استعاده النيتروجين (Nitrogen recovery efficiency) كان بفارق معنوي للري 100% أفضل إقتصاديا من 125% وباقي المستويات حيث يعمل الري المناسب على زيادة إمتصاص النتروجين من التربة.

3- الإنتاجية الكلية (بدون إزالة 8 أوراق خارجية) كانت الأعلى عند مستوي ري 125% ، 100% ، 75% ، 50% علي التوالي.

4- الرأس المحفور (cord yield) فكان الأفضل للمستوي 125% حيث بلغ حوالي 22.6 طن/هكتار تم بلغ 20.2 طن/هكتار & 14.8 طن/هكتار & 9.2 طن/هكتار للمستويات 100% & 75% & 50% علي التوالي.

المراجع باللغة الإنجليزية :

1. Shock, C.; Pereira, A.; Hanson, B.; Cahn,(2007) M. Vegetable Irrigation. In Irrigation of Agricultural Crops, 2nd ed.; Lascano, R., Sojka, R.,
2. Smith , R, M. Hartz, and P. Parrara (2016) Nitrogen dynamic of cole crop production Implication tertility manajment and environmenta protection. Hortsciences 51:1586-1591.
3. Central Coast Regional Water Quality Control Board. General Waste Discharge Requirements for Discharges from Irrigated Lands.
4. Attachment,A:Findings.2021.Availableonline: https://www.waterboards.ca.gov/centralcoast/water_issues/programs.
5. Karam, F; Mounzer, O; and Lahond, R (2020) yield and nitrogen tecovery at Lettucw under different irrigation regimes. J. Appl. Hort. 4:70-76 .
6. Cahn, M.D. (U.C. Cooperative Extension). Unpublished data.
7. Dhungel, R.; Anderson, R.; French, A.; Saber, M.; Sanchez, C.; Scudiero, E. Assessing ev apotran spiration in a lettuce crop with a
8. two-source energy balance model. Irrig. Sci. 2022. [Cross Ref].
9. Temesgen, B.; Eching, S.; Davidoff, B.; Frame, K. Comparison of some reference evapotran spiration equations for California. J.
10. Thompson, T,D (2015) Nitrogen and water rates for drip irrigation – romaine Lettuce Hortscierces 30:1322-1329 .
11. Ventura, F.; Faber, B.; Bali, K.; Snyder, R.; Span, D.; Duce, P.; Schulbach, K. Model for estimating evaporation and transpiration
12. Beehive, S (2017) Revieew on estimation at crop water requirement Irrigation Frequency and water Use efficieny J. Geos. Envir. (5) 59-69 .
13. Johnson, L.; Cahn, M.; Martin, F.; Melton, F.; Benzen, S.; Farrara, B.; Post, K. Evapot ran spiration-based irrigation scheduling of
14. Mont gomery, Design and analysis at experiments, john wiley and sons. INC. N.Y.
15. Bryla, D.; Trout, T.; Ay airs, J. Weighing lysimeters for developing crop coefficients and efficient practices for vegetable crops.
16. Patra, S; Sengupta, S and Kallol, B (2023) Enhancing yceld at Lettuce through irrigation and nitrogen management J. Plan. Sic : 22-38 .
17. Kuslu, Y.; Dursun, A.; Sahin, U.; Kiziloglu, F.; Turan, M. Effect of deficit irrigation on curly lettuce grown under semiarid

18. conditions. Span. J. Agric. Res. 2008, 6, 714–719. [Cross Ref].
19. Russo, D. Lettuce yield-irrigation water quality and quantity relationships in a gypsiferous desert soil. Agron. J. 1987, 79, 8–14.
20. Patel, T, singh, M and Hasan, M (2013) response at Lettace to Trickle irrigation under different Irrigation Intevols, Nitrogen application Rote, J. Agri. Econ .
21. Capra, A.; Con soli, S.; Russo, A.; Scicoloni, B. Intreg rated agro-economic approach to deficit irrigation on lettuce crops. J. Irrig.
22. Acar, Bilal (2020) water – yiald relationsnips of Lettuee plants for ditterent irrigation strateiges. J. Tech. Agric : Sic (6) : 177 – 180 .
23. Melton, F.; Huntington, J.; Grimm, R.; Herring, J.; Hall, M.; Rollison, D.; Erickson, Irrigation and Lettuce indry Lewd .
24. Open ET: Filling a critical data gap in water management for the western United States. J. Am. Water Resour. Assn. 2021. [Cross Ref].
25. Gallardo, M.; Snyder, R.; Schulbach, K.; Jackson, L. Crop growth and water use model for lettuce. J. Irrig. Drain. Eng. 1996, 122, 354–359. [Cross Ref]
26. FAO (24) . Crop water requirements (1980) Irrigation and Drainage Paper . Rome .
27. FAO (33) . 1979 . Yald response Use water . J . Doorenbos . and .A.H. Kasson . Irrig . Drain . Rome .
28. FAO (56) . Italy 1998 . Irrigation and Drainage Paper . Rome .
29. FAO (66) . 2005 . Irrigation and Drainage Paper .Italy, Rome .
30. Cahn , M ; Johnson , L and Benzen , S (2022) Evapot vansp tion Based Irrigation Trials Examine Nater Requtemnt , Nitrogen Use , and yiold Romaine Lettuce Horticulture 8 : 1 – 14 . MDPI .