# تقييم شكل ترتيب المرشات واثره في تجانس توزيع المياه لمنظومة ري رش صغيرة*

نمير طه مهدي حسين عباس محمد

كلية الزراعة-جامعة بغداد

المستخلص

نفذت تجربة في احد الحقول المتخصصة لانتاج الخضر في شمال بغداد في الموسم الخريفي 2009 لتقييم شكل ترتيب المرشات وكفاءة تجانس توزيع مياه الرش في شبكة ري بالرش صغيرة Micro- sprinkler irrigation. تقع منطقة الدراسة على خط عرض 33 شمالاً وخط طول 45 شرقاً وارتفاع فوق مستوى سطح البحر 26 م. صنفت تربة الحقل بانها رسوبية ذات نسجة مزيجة غرينية تحت المجموعة *Typic Torrifluvent*. استعمل في التجربة عدد مختلف من المرشات (4 و 6 و 9 مرشات) وزعت داخل الوحدة التجريبية بترتيب مختلف (مربع ومستطيل ومثلث متساوي الساقين) وتحت ضغوط تشغيل مختلفة بلغت 200 و 300 و 400 كيلوباسكال. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة في تجربة عاملية Factorial RCBD وبثلاثة مكررات واختبر اقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمالية 0.05 . قيم تجانس توزيع مياه الرش باستعمال كفاءة تجانس التوزيع CU% وكفاءة الاضافة AE% والكفاءة الاجمالية OE% وكفاءة توزيع الماء في الربع الاقل DU1/4. اظهرت النتائج ان عدد المرشات المستعملة وشكل ترتيبها داخل الوحدة التجريبية وعند ضغوط تشغيل مختلفة كان له اثر واضح في تقييم منظومة الري بالرش وان اعلى قيم للكفاءات الاربعة CU و AE و OE و DU1/4 % كانت 94.819 و 87.706 و 83.196 و 98.820 % بالتتابع عند استعمال تسع مرشات موزعة داخل الوحدة التجريبية بترتيب شكل مثلث متساوي الساقين اذ كانت المسافة بين المرشات S تساوي 1.6 م والمسافة بين خطوط الرش L تساوي 0.8 م والمسافة بين المرشات بين خطوط الرش 1.13 م، وبلغت نسبة التداخل بين مساحات التبلل للمرشات المتجاورة 80% اذ كان قطر الرش للمرشة الواحدة 2.56 م وذلك عند الضغط التشغيلي 300 كيلوباسكال. وتعد هذه مواصفات تصميمة لهذه المنظومة الصغيرة للري بالرش، وهي الانسب لظروف هذه التجربة.

## المقدمة

ازداد اقبال المزارعين في العراق في السنوات القليلة الماضية على استعمال منظومات الري الصغيرة بكافة انواعها. وبالرغم من ارتفاع كلفة هذه المنظومات الا ان اغلب الدراسات تشير الى امكانية الحصول على انتاج عالي قد لا يمكن الحصول عليه من استخدام انظمة الري الاخرى وخاصة تحت ظروف زراعة محددة (العمود. 1997). ان نظم الري الصغيرة Micro-Irrigation systems والتي تسمى ايضا بنظم تدفق ماء الري القليل Low flow irrigation systems تشمل المرشات الصغيرة Micro-sprinklers والمرذذات Sprayers والمنقطات Drippers والانابيب الناضحة للماء Porous pipes والمنقطات الشريطية Drip Tapes وادوات التفقع Bubblers والمنقطات المدفونة تحت سطح التربة Buried drip (Jennifer, 2008). تتميز هذه المنظومات بالسيطرة على معايير الضغوط المستعملة اثناء التشغيل اذ يمكن تجهيز مياه الري عند ضغوط واطئة وبتجانس عالي لتوزيع المياه فضلا عن الكفاءة العالية في استعمال المياه. فقد اكد Hector (1994) و Burt (1998) ان نظم الري الصغيرة تتميز بكفاءة عالية لاضافة ماء ري وان تجانس توزيع المياه تحت هذه النظم عالية ايضا مقارنة مع نظم الري التقليدية الاخرى كنظم الري السطحي ونظم الري بالرش الاعتيادية. ان نظم الري الصغيرة اقتصادية في تجهيز مياه الري والضائعات المائية تحت هذه المنظومات قليلة جداً وتعطي انتاج عالي للحاصل عند كل وحدة ماء مضافة للري (Schwankl *et al*, 1998). وتعمل على زيادة انتاجية المحاصيل ومن الممكن انتاج بعض المحاصيل في اي وقت من السنة (Abo-Ghobar and Al-Amoud, 1994).

**بحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني**

المرشات الصغيرة هي مرشات لدائنية صغيرة الحجم ذات سعة مائية قليلة تقوم بتجهيز الماء بمعدل لا يزيد عن 250 لتر.ساعة$^{-1}$ . تدور هذه المرشات حول محورها بتاثير قوة دفع الماء وان دورانها سريع. تنطلق قطرات الماء من مبثق المرشة بحجم صغير ويكون الانطلاق بزاوية صغيرة مع الافق. تمتلك المرشات الصغيرة مبثق واحد وبقطر لايتجاوز 0.002 متر، واذا اشتغلت هذه المرشة تحت ضغط تشغيل 200 كيلوباسكال فان سعتها المائية تتراوح بين 150 و 250 لتر.ساعة$^{-1}$، وان المياه المنبثقة سوف تبلل مساحة من الارض حول المرشة بشكل دائرة قطرها 10 الى 12 متر. وان هذه المرشات تكون منخفضة الارتفاع عن الارض اذ يتراوح ارتفاعها بين 0.5 و 0.6 متر وتكون المرشة محمولة على عمود معدني او لدائني مثبت في الارض (Phocaides, 2007). تستعمل نظم ري الرش الصغيرة بشكل واسع في ري نباتات الخضر واشجار البساتين والمسطحات الخضراء والحدائق المنزلية فضلاعن استعمالها في ري النباتات المزروعة تحت البيوت الزجاجية والبلاستيكية (Abo-Ghobar and Al-Amoud, 1994 ).يتطلب تصميم وتنفيذ منظومة ري بالرش صغيرة معرفة تجانس توزيع الماء حول المرشة. وهذا يتم من خلال اجراء فحص وتقييم لتوزيع الماء حول المرشة في ظروف تشغيل مشابهة لتلك التي ستعمل فيها المرشة في الحقل (Assouline, 2002). تجرى اختبارات تقييم تجانس توزيع مياه الري تحت نظم ري الرش الصغيرة لاعطاء مؤشرات عن اداء هذه النظم ومدى تاثير بعض العوامل التصميمية والتشغيلية على الاداء، فضلا عن تقييم كفاءتها اذ تزداد كفاءة الارواء بزيادة تجانس توزيع مياه الري و تزداد كمية المياه المفيدة التي تخزن في منطقة انتشار الجذور الفعالة مع تقليل الضائعات المائية الناتجة عن الرشح العميق او التبخر (Howell, 2003). ان ظروف تشغيل منظومة ري بالرش صغيرة هي الضغط التشغيلي والسعة المائية للمنظومة وارتفاع قصبة المرشة وتاثير اتجاه وسرعة الرياح. وان من اكثر العوامل المؤثرة في تجانس توزيع الماء حول المرشة في حالة انعدام تاثير الرياح هو الضغط التشغيلي عند مبثق المرشة (سليمان وسلوم، 2007). للحصول على معدلات اضافة متجانسة لمياه الري بالرش فوق المساحة المروية يتطلب وضع المرشات على مسافات مناسبة وعند اشتغال المرشات تحت ضغط محدد فان اكثرها تعطي اعماق من مياه الرش عالية عند موضع المرشة وهو ما يسمى بمركز نمط توزيع الماء حول المرشة مقارنة بكميات المياه القليلة عند الحافة. من هنا يتحتم اجراء تداخل لمساحات التبلل بهدف الحصول على توزيع ماء ري متجانس وان مقدار التداخل يعتمد على المسافة بين المرشات (Harrison, 2009). لقد اكد Rain Bird, (1999) ان تداخل مساحات التبلل حول المرشات تمنع تواجد منطقة او بقعة جافة لاتغطيها مياه الرش لتعطي تغطية جيدة لعموم الحقل المروي. وذكر Harrison (2009) ان وضع المرشات على مسافات صحيحة وبنسب تداخل معينة سوف يؤدي الى الحصول على معدلات اضافة لماء الري متجانسة فوق المساحة المروية. ان التغايرات المكانية والزمانية المستمرة في خصائص الحقل وفي مواصفات منظومات الري بالرش الصغيرة المستعملة في ري النباتات شجعت الى اجراء هذا البحث لتقييم نظام ري رش صغير تحت ظروف تشغيل مختلفة من حيث ترتيب توزيع المرشات والضغوط التشغيلية وعدد المرشات المستعملة بهدف تقييم كفاءة تجانس توزيع مياه الرش وكفاءة الاضافة والكفاءة الاجمالية فضلا عن كفاءة توزيع الماء في الربع الاقل.

**المواد وطرائق العمل**

نفذت تجربة في حقل متخصص لانتاج الخضر في شمال بغداد منطقة صدر القناة في الموسم الخريفي 2009. تقع منطقة الدراسة على خط عرض 33 شمالاً وخط طول 45 شرقاً وارتفاع فوق مستوى سطح البحر 26 م. وصفت تربة الحقل موفولوجيا وصنفت التربة بانها رسوبية ذات نسجة مزيجة غرينية مصنفة تحت المجموعة *Typic Torrifluvent* . اخذت نماذج تربة من الحقل ومن العمقين 0–0.3 و 0.3–0.6 م. جففت النماذج في المختبر هوائياً، ومزجت نماذج كل عمق بشكل منفرد ثم طحنت بواسطة مطرقة خشبية ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم. حللت النماذج ولكل عمق لتقدير النسجة بطريقة الماصة (Day, 1965). قدرت كثافة التربة الظاهرية بطريقة الاسطوانة المعدنية Core Sample كما وردت في Blake

and Hartge, 1986a. كذلك قدرت الكثافة الحقيقية لنماذج التربة بطريقة البكنوميتر الموصوفة في Blake and Hartge, 1986b.

حلل محتوى التربة من المادة العضوية بطريقة Walkey-Black (Nelson and Sommer, 1982). كذلك قدرت بعض الخصائص الكيميائية الاخرى لنماذج التربة ولكل عمق من الاعماق المحددة مسبقا، اذ قدرت الايصالية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة $EC_e$ والاس الهيدروجيني pH. يبين جدول 1 بعض نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لتربة حقل الدراسة.

**جدول 1 : بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل**

| خصائص التربة | عمق التربة (م) | |
|---|---|---|
| | 0.3 – 0 | 0.6 – 0.3 |
| الرمل (غم.كغم$^{-1}$) | 261 | 133 |
| الغرين (غم.كغم$^{-1}$) | 536 | 457 |
| الطين (غم.كغم$^{-1}$) | 203 | 410 |
| صنف نسجة التربة | مزيجة غرينية | طينية غرينية |
| كثافة التربة الظاهرية (ميكاغرام. م$^{-3}$) | 1.41 | 1.61 |
| كثافة التربة الحقيقية (ميكاغرام. م$^{-3}$) | 2.63 | 2.65 |
| كاربونات الكالسيوم (غم.كغم$^{-1}$) | 264.0 | 190.0 |
| الايصالية الكهربائية (EC)، ديسيسمنز.متر$^{-1}$ | 3.55 | 3.20 |
| الأس الهيدروجيني pH | 7.76 | 7.64 |
| السعة التبادلية للأيونات الموجب(سنتمول$_+$.كغم$^{-1}$) | 350 | --- |
| المادة العضوية (غم.كغم$^{-1}$) | 1.86 | 1.24 |

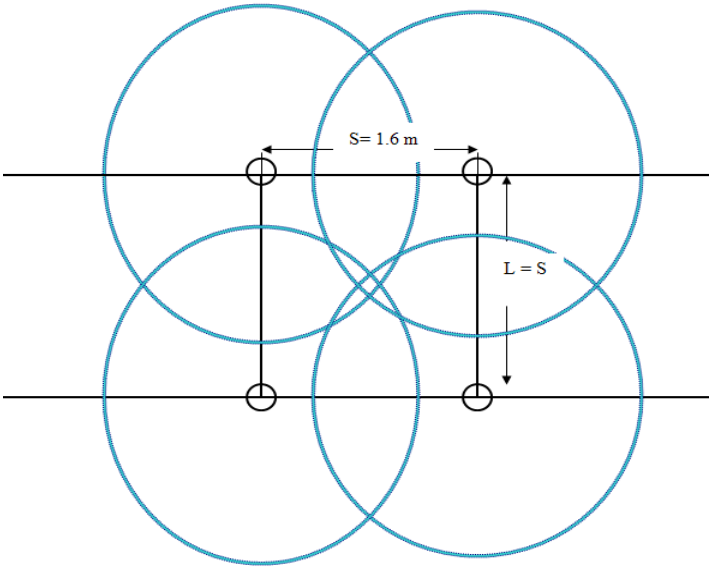
وصف منظومة ري الرش الصغيرة:

تتكون منظومة الري من خزان ماء سعة 72 م$^3$ (12 × 4 × 1.5 م). استعملت مضخة ماء تعمل بالبنزين قدرتها 6.5 حصان لاخذ الماء من الخزان وايصاله الى الحقل. بعد مضخة الماء تأتي وحدة التحكم التي تتكون من صمامات لفتح وغلق الماء وعن طريقها يمكن ايضا التحكم بتصريف الماء، ومقاييس الضغط وعدادات الماء ومرشح. تتكون المنظومة ايضا من انبوب رئيسي قطره 0.063 م يقوم بنقل الماء من الخزان الى موقع التجربة. يتفرع من الانبوب الرئيسي انبوب ثانوي قطره 0.05 م استعمل لتجهيز الماء الى منظومة ري الرش الصغيرة. جهز الانبوب الثانوي بصمام ومقياس للسيطرة على الضغط والتصريف المائي. استعملت في التجربة منظومة صغيرة للري بالرش الرذاذي نوع دلتا. تتميز هذه المنظومة بمرشات صغيرة ذات تصاريف مائية قليلة، قطر مبثقها 0.1 ملم وتعطي تصريف مائي مقداره 30 لتر.ساعة$^{-1}$. ارتفاع المرشة بعد ان تثبت في الارض 0.4 م . تدور المرشة عند التشغيل دورة كاملة حول محورها بفعل ضغط الماء المندفع عبر مبثقها فينتشر الماء حولها لتبلل الارض على شكل دائرة قطرها 3.2 م . ويبين شكل 1 صورة المرشة.

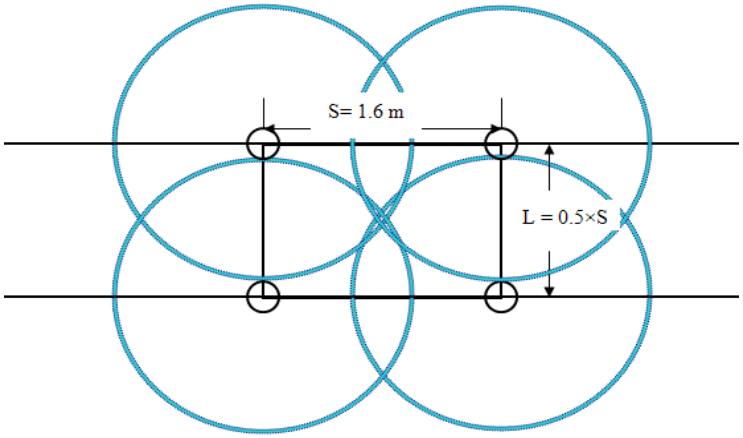
**شكل 1. مرشة صغيرة للري بالرش نوع دلتا.**

تصميم التجربة:

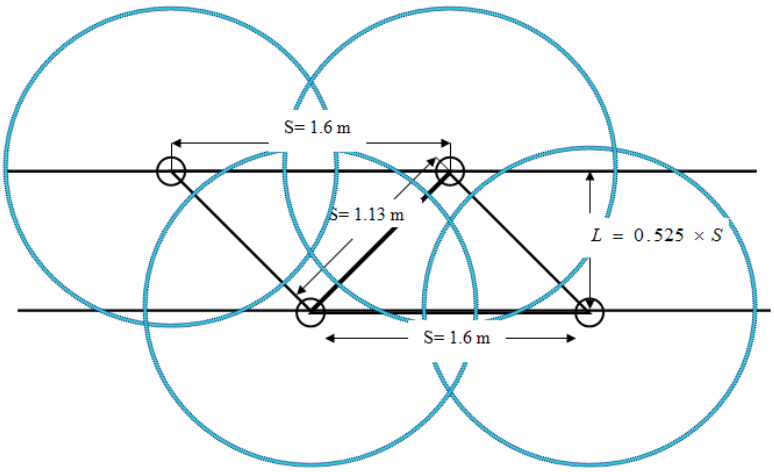
قسم الحقل الى تسع وحدات تجريبية مساحة الوحدة التجريبية 24 م$^2$ (6 × 4 م). جهزت كل وحدة تجريبية بانبوب ثانوي لتجهيز الماء للمرشات. وزعت المرشات في ثلاث وحدات تجريبية بحيث اخذت شكل ترتيب المربع، اذ كانت الفاصلة بين المرشات على امتداد انبوب الرش (S) 1.6 م وكانت الفاصلة بين المرشات بالاتجاه العمودي لانبوب الرش وهذه تساوي المسافة بين انابيب الرش (L) 1.6 م. وزعت 4 مرشات في الوحدة التجريبية الاولى و 6 مرشات في الوحدة التجريبية الثانية و 9 مرشات في الوحدة التجريبية الثالثة. خصصت ثلاث وحدات تجريبية اخرى ووزعت فيها 4 و 6 و 9 مرشات بحيث اخذت شكل ترتيب المستطيل، بلغت الفاصلة بين المرشات على امتداد انبوب الرش (S) 1.6 م والفاصلة بين المرشات بالاتجاه العمودي لانبوب الرش (L) 0.8 م. اما الوحدات التجريبية الثلاث الباقية فقد وزعت فيها 4 و 6 و 9 مرشات اخذت شكل ترتيب المثلث. اذ تم اجراء زحف لانبوب الرش بازاحة مقدارها 50% لفاصلة المسافة بين المرشات على امتداد انبوب الرش وتم الحصول على توزيع للمرشات على شكل مثلث متساوي الساقين بزاوية مقدارها 45°. اذ كانت الفاصلة بين المرشات على امتداد انبوب الرش 1.6 م والفاصلة بين المرشات بين انبوب رش واخر 1.13 م اما المسافة بين انابيب الرش فكانت 0.8 م. ويبين شكل 2 اشكال ترتيب المرشات الثلاث (المربع ، المستطيل ، المثلث).




[ أ ترتيب المرشات بشكل مربع]




[ ب ترتيب المرشات بشكل مستطيل]




[ ج ترتيب المرشات بشكل مثلث متساوي الساقين]

**شكل 2. مخطط لحالات ترتيب المرشات في شبكة الرش الصغيرة.**

اجريت اختبارات تقييم تجانس توزيع مياه الرش تحت ثلاثة ضغوط تشغيل هي 200 و300 و400 كيلوباسكال.

قسمت الوحدات التجريبية الى مساحات متساوية مربعة الشكل بهدف تشبيك الارض grid. بلغ البعد الطولي والعرضي لوحدة التشبيك 0.5 م. وضع في مركز كل وحدة تشبيك علبة لدائنية بقطر 0.12 م وارتفاع 0.12 م. استعملت هذه العلب لجمع ماء الرش الساقط اثناء عملية الفحص والتقييم. لقد روعي في هذا الاختبار ان تكون مساحة وحدة التشبيك صغيرة وذلك لزيادة دقة التقييم (حبيب، 1991). بلغت مساحة مقطع العلبة المستعملة 0.0113 م$^2$ وقد وزعت 117 علبة لكل وحدة تجريبية. كانت مدة التشغيل اثناء الاختبار 30 دقيقة. واستعملت اسطوانة حجمية مدرجة سعتها 250 مللتر لقياس حجم الماء المتجمع في العلب. طبقت اختبارات تقييم تجانس التوزيع بثلاث مكررات.

لتقييم كفاءة تجانس توزيع مياه الرش تحت منظومة الري بالرش الصغيرة استعملت المعادلات الاتية:

1- حساب معامل التجانس Coefficient of Uniformity بتطبيق معامل كرستينسن (Christiansen, 1942):

$$CU = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} |x|}{n\,\bar{x}} \right) \times 100 \qquad (1)$$

اذ ان: CU= معامل تجانس توزيع الماء (%). و $|x|$= عمق الماء التجميعي للقياسات المنفردة (ملم). و $\bar{x}$= المتوسط الحسابي لعمق الماء التجميعي (ملم). و n= عدد القياسات.

2- حساب تجانس التوزيع Distribution Uniformity (DU) للربع الاقل بتطبيق المعادلة الاتية (Anderson *et al*., 1978):

$$Du\left(\frac{1}{4}\right) = \left( \frac{D_{iq}}{D_{ac}} \right) \times 100 \qquad (2)$$

اذ ان: Du (1/4)= تجانس التوزيع للربع الاقل (%). و $D_{iq}$= المتوسط الحسابي لاعماق مياه الرش الساقطة على الارض للربع الاقل (ملم). $D_{ac}$= المتوسط الحسابي لاعماق مياه الرش الساقطة على الارض (ملم).

3- حساب كفاءة الاضافة Application Efficiency (AE) بتطبيق المعادلة الاتية (Anderson *et al*., 1978):

$$AE = \left( \frac{Ds}{Da} \right) \times 100 \qquad (3)$$

اذ ان: AE= كفاءة الاضافة (%). و Ds= المتوسط الحسابي لاعماق الماء المخزون في المنطقة الجذرية (ملم). و Da= المعدل الاجمالي لعمق الماء المضاف (ملم) اذ يتم حسابه بتطبيق المعادلة الاتية:

$$Da = \frac{(q \times Ta \times 100)}{(Si \times Sm \times 60)} \qquad (4)$$

اذ ان: q= معدل تصريف المرشة (م$^3$.ثا$^{-1}$). و Ta= زمن الاضافة (دقيقة). و Si= المسافة بين المرشات (م). و Sm= المسافة بين الخطوط (م).

4- حساب الكفاءة الاجمالية Over all Efficiency (OE) بتطبيق المعادلة الاتية (Dawood, 1985):

$$OE = \frac{(Cu \times AE)}{100} \qquad (5)$$

اذ ان: OE= الكفاءة الاجمالية. و Cu= معامل التجانس (%). و AE= كفاءة الاضافة (%).

صممت التجربة وفق تصميم القطعات الكاملة المعشاة في تجربة عاملية Factorial RCBD وبثلاث مكررات واختبرت الفروقات عند اقل فرق معنوي LSD تحت مستوى احتمالية 0.05 .

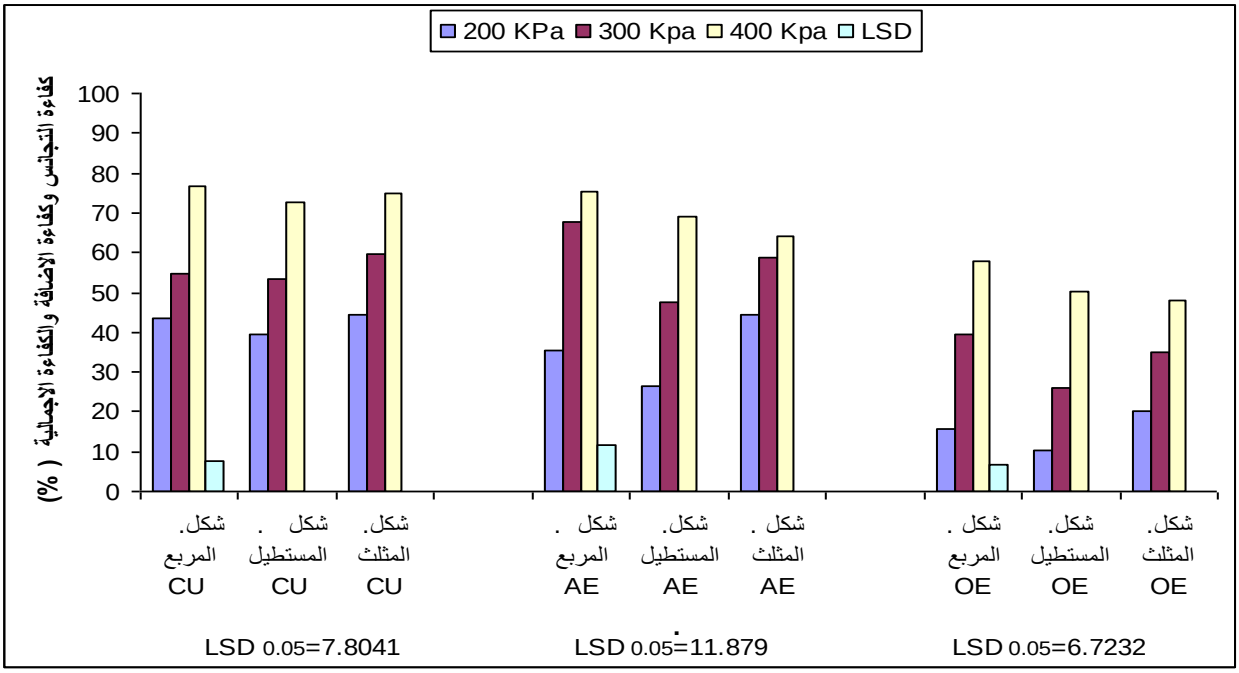
**النتائج والمناقشة**

يبين شكل 3 كفاءة تجانس التوزيع CU % وكفاءة الاضافة AE % والكفاءة الاجمالية OE % لمنظومة ري بالرش صغيرة استعملت فيها اربع مرشات وزعت بترتيب شكل مربع ومستطيل ومثلث متساوي الساقين وعند ضغوط تشغيل 200 و 300 و 400 كيلوباسكال. اظهر الشكل ان كل من CU و AE و OE قد اختلفت باختلاف شكل ترتيب توزيع المرشات وباختلاف ضغوط التشغيل المستعملة في ضخ المياه. اذ يلاحظ ان نسب CU و AE و OE قد ازدادت بزيادة الضغط التشغيلي وبشكل معنوي وبلغت اقل النسب لـ CU و AE و OE عند الضغط 200 كيلوباسكال وعند ترتيب المرشات شكل المستطيل اذ كانت النسب 39.587 و 26.523 و 10.460 % بالتتابع، في حين بلغت اعلى النسب للكفاءات الثلاث 76.900 و 75.546 و 58.049 % بالتتابع عند الضغط 400 كيلوباسكال وعند ترتيب المرشات شكل المربع. لم يكن لشكل ترتيب المرشات تأثير في تقييم CU % اذ اظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية في نسب كفاءة تجانس التوزيع وتحت ضغوط التشغيل المختلفة. في حين كان لشكل ترتيب المرشات تأثير في تقييم AE و OE وبشكل معنوي تحت ضغوط التشغيل كافة وكان ترتيب شكل المربع اعلى كفاءة اضافة واعلى كفاءة اجمالية عند المقارنة مع ترتيب شكلي المستطيل والمثلث.

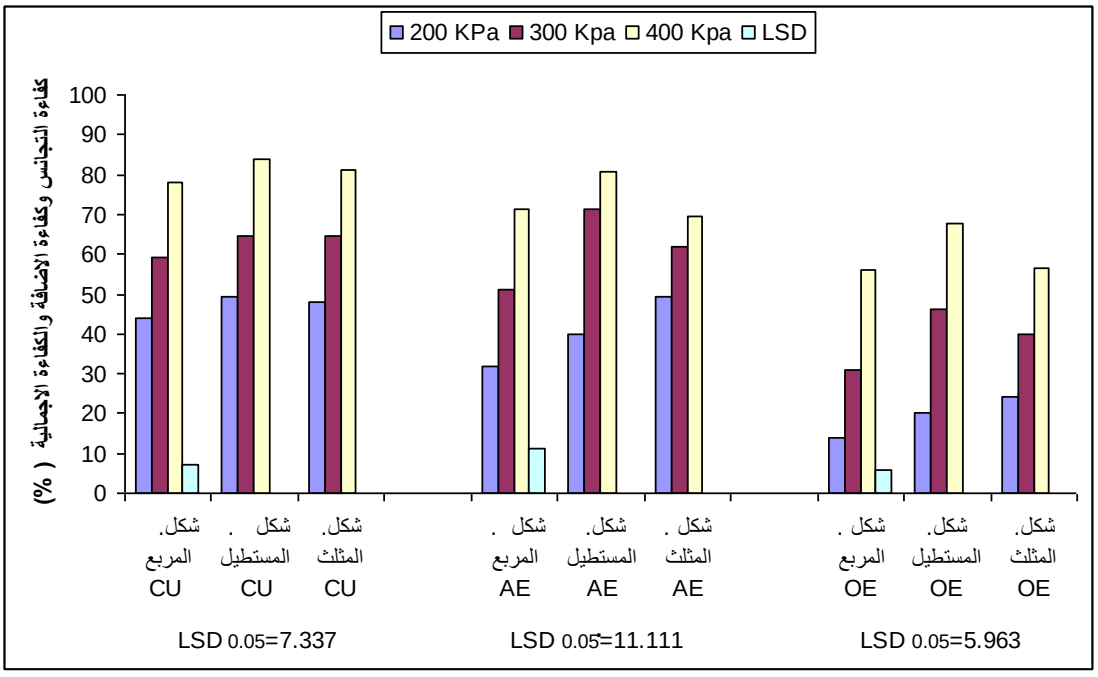
ان اسباب انخفاض نسب CU و AE و OE عند الضغط التشغيلي 200 كيلوباسكال قد تعزى الى عدم انتظام توزيع مياه الري على الوحدة التجريبية مما سبب وجود مناطق جافة لم تصل اليها مياه الرش (Pair, 1988). اما اعلى نسب CU و AE و OE فقد كانت عند الضغط 400 كيلوباسكال ولجميع اشكال ترتيب توزيع المرشات وهذا قد يعزى الى تأثير زيادة الضغط في تحطم وتشتت قطرات الماء اذ تعمل الزيادة في الضغط الى زيادة في بثق الماء فتتحطم قطرات الماء ويقل حجمها وتقل طاقتها لذلك تقل سرعتها في الهواء عندئذ تسقط قطرات ماء الرش وهي اكثر انتشاراً وتوزيعاً حول المرشة وبالقرب منها ما ينتج عن ذلك زيادة في تجانس التوزيع (Parsons and Morgan, 2004).

ان النتائج الواردة في شكل 3 اظهرت ان نسب CU و AE و OE كانت اقل من 75% وهذه لايمكن ان تعتمد في تصميم نظام ري بالرش ولا يمكن الوثوق بها لضمان عمل منظومة الرش بكفاءة ارواء مقبولة، فقد اكد AL-Khafaf (1988) و Schneider *et al.* (2001) ان تصميم نظام ري بالرش لايكون مقبولاً اذا كانت كفاءة التجانس والاضافة والكفائة الاجمالية اقل من 75%.

يبين شكل 4 نسب CU و AE و OE لنظام ري الرش المستعمل، وزعت فيه ست مرشات في الوحدة التجريبية بحيث اخذت في كل اختبار شكل من اشكال ترتيب توزيع المرشات الثلاث ( المربع، المستطيل، المثلث ) وعند ضغوط التشغيل 200 و 300 و 400 كيلوباسكال. اظهرت النتائج ان نسب CU و AE و OE قد ازدادت زيادة معنوية بزيادة الضغط التشغيلي. ان اقل النسب لـ CU و AE و OE كانت 43.971 و 31.631 و 13.812 % بالتتابع عند ضغط التشغيل 200 كيلوباسكال وعند ترتيب المرشات شكل المربع، واكبر النسب للكفاءات الثلاث 83.471 و 80.809 و 67.686 % بالتتابع عند ضغط التشغيل 400 كيلوباسكال وعند ترتيب المرشات شكل المستطيل.




شكل 3. تأثير شكل ترتيب توزيع اربع مرشات( مربع ومستطيل ومثلث) في كفاءة التجانسCU(معادلة 1) وكفاءة الاضافة AE(معادلة 3 ) والكفاءة الاجمالية OE (معادلة 5) عند ضغوط تشغيل مختلفة.



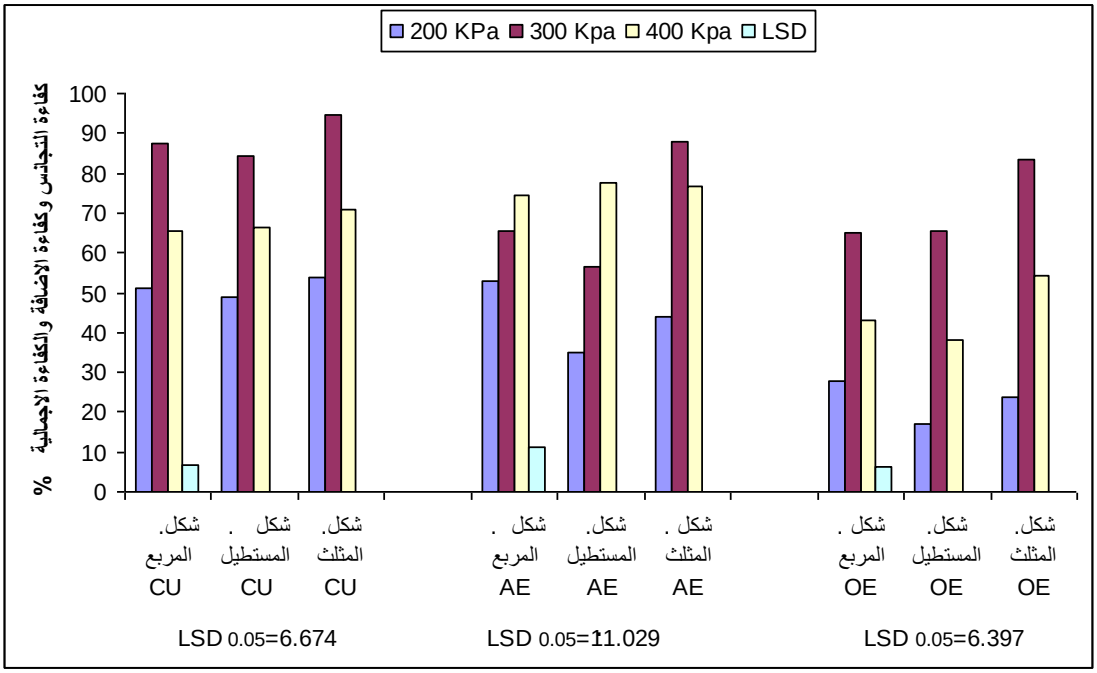

شكل 4. تأثير شكل ترتيب توزيع ست مرشات( مربع ومستطيل ومثلث) في كفاءة التجانس CU(معادلة 1) وكفاءة الاضافة AE(معادلة 3 ) والكفاءة الاجمالية OE (معادلة 5) عند ضغوط تشغيل مختلفة.

يتضح من النتائج ان نسب CU و AE و OE عند ضغطي التشغيل 200 و300 كيلوباسكال كانت اقل من 75% وهذا يعني ان تصميم نظام ري بالرش عند هذين الضغطين وباستعمال ست مرشات موزعة بأشكال الترتيب الثلاث غير ملائمة من الناحية التطبيقية لما يتسبب من ضائعات لمياه الري كجريان سطحي او رشح عميق او تبخر بسبب عدم تجانس توزيع مياه الري (Hanson, 2005). اما نسب الكفاءات الثلاث المستحصل عليها عند ضخ مياه الري تحت ضغط 400 كيلوباسكال فقد كانت اكبر من 75% بالاخص عند ترتيب المرشات بشكل مستطيل اذ كانت نسب CU و AE و OE هي

الاكبر من بقية اشكال ترتيب المرشات. ان شكل ترتيب المستطيل عند الضغط التشغيلي 400 كيلوباسكال لايمكن تطبيقه اذ انه يحتاج الى طاقة ضخ عالية للمحافظة على توزيع ضغط متجانس في كافة مسارات المنظومة وضمن الحدود المسموح بها عند تصنيع مرشات وملحقات هذا النظام الصغير للرش، وان تطبيق هذا التصميم يعد مجازفة اثناء عمل المنظومة لما قد يتسبب لاحقا من فشل او عطب في اي مفصل من مفاصل منظومة الري بالرش الصغيرة (Harrison, 2009).

لقد تم الاستمرار بأجراء اختبارات تقييم الكفاءات بهدف التحري عن انسب ضغط لتشغيل منظومة الري وانسب ترتيب لتوزيع المرشات في الوحدة التجريبية بحيث يتم الحصول على اعلى كفاءة لـ CU و AE و OE. يبين شكل 5 نسب CU و AE و OE لنظام ري بالرش صغير وزعت فيه تسع مرشات اخذت ترتيب شكل المربع والمستطيل والمثلث متساوي الساقين (شكل توزيع المرشات التسعة في الوحدة التجريبية اربع مربعات واربع مستطيلات وثمان مثلثات متبادلة المواقع) وعند ضغوط التشغيل 200 و 300 و 400 كيلوباسكال. اظهرت النتائج ان الكفاءات الثلاث CU و AE و OE كانت منخفضة عند الضغط 200 كيلوباسكال وكانت جميع النسب اقل من 75%. ازدادت نسب CU و AE و OE بشكل معنوي عند ضغط التشغيل 300 كيلوباسكال ولجميع اشكال ترتيب توزيع المرشات. وعند زيادة ضغط التشغيل الى 400 كيلوباسكال انخفضت نسب الكفاءات الثلاث مرة اخرى عدا حالتي شكل ترتيب المربع والمستطيل اذ ازدادت فيها كفاءة الاضافة وبشكل معنوي. بلغت اقل النسب لـ CU و AE و OE 48.682 و 34.924 و 17.042 % بالتتابع عند ضغط التشغيل 200 كيلوباسكال ولحالة ترتيب المرشات شكل المستطيل، في حين بلغت اعلى النسب للكفاءات الثلاث 94.819 و 87.706 و 83.195 % بالتتابع عند ضغط التشغيل 300 كيلوباسكال ولحالة ترتيب المرشات شكل المثلث متساوي الساقين.

ان انخفاض نسب الكفاءات الثلاث (CU و AE و OE) عند الضغط التشغيلي 200 كيلوباسكال قد يعزى الى زيادة الضائعات المائية كجريان سطحي او رشح عميق او تبخر بسبب عدم انتظام توزيع مياه الرش على الوحدة التجريبية فضلاً عن ان المساحات المروية كانت غير متجانسة من حيث التوزيع والاضافة وهذا قد يتطلب زيادة في الضغط التشغيلي لزيادة كفاءة تجانس التوزيع والاضافة لمياه الرش (Pair, 1988). اما انخفاض نسب CU و AE و OE عند الضغط التشغيلي 400 كيلوباسكال قد يعزى الى تشتت المياه اثناء الرش مسبباً عدم انتظام في توزيع المياه على الوحدة التجريبية او قد يعزى السبب الى زيادة قطر الرش بسبب زيادة الضغط الذي ادى الى سقوط مياه الرش خارج الوحدة التجريبية ما سبب انخفاضاً في كفاءة تجانس التوزيع (Schneider *et al.*, 2001 و Drive, 2007). فقد اكد سليمان وسلوم (2007) ان زيادة ضغط ضخ المياه في منظومة الري بنسبة 45–50% لاعطاء نسبة ثابتة من نصف قطر الرش الاعظم بنسبة 95% عند تداخل مساحات التبلل بنسبة 80%، واذا زاد الضغط عن هذا الحد بـ 100 كيلوباسكال اخرى ادى ذلك الى زيادة في نصف قطر الرش بنسبة 95% الى 100% من نصف القطر التصميمي الاعظم للرش مما اثر على اضافة وتجانس توزيع المياه على المساحة المبتلة.



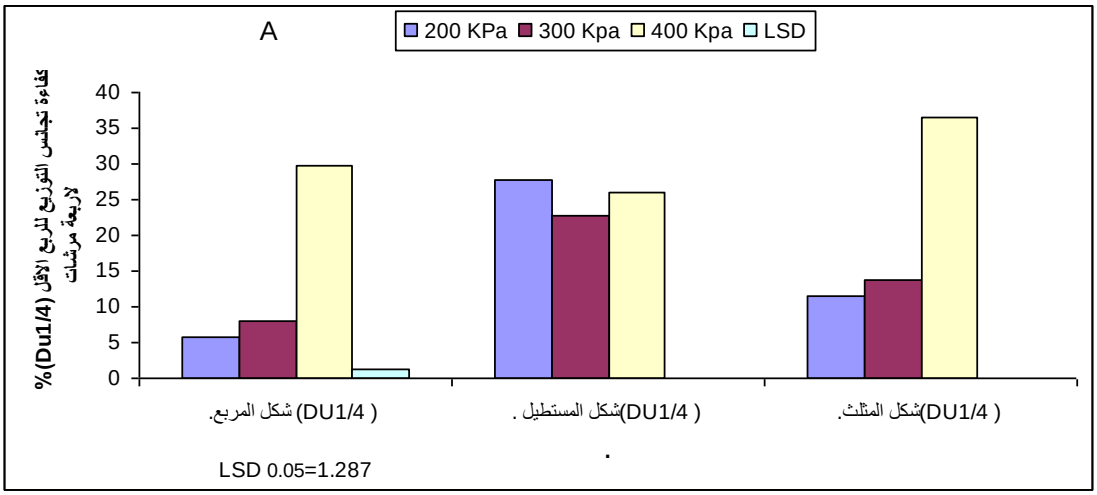

شكل 5. تأثير شكل ترتيب توزيع تسع مرشات( مربع ومستطيل ومثلث) في كفاءة التجانس CU(معادلة 1) وكفاءة الاضافة AE(معادلة 3 ) والكفاءة الاجمالية OE (معادلة 5) عند ضغوط تشغيل مختلفة.

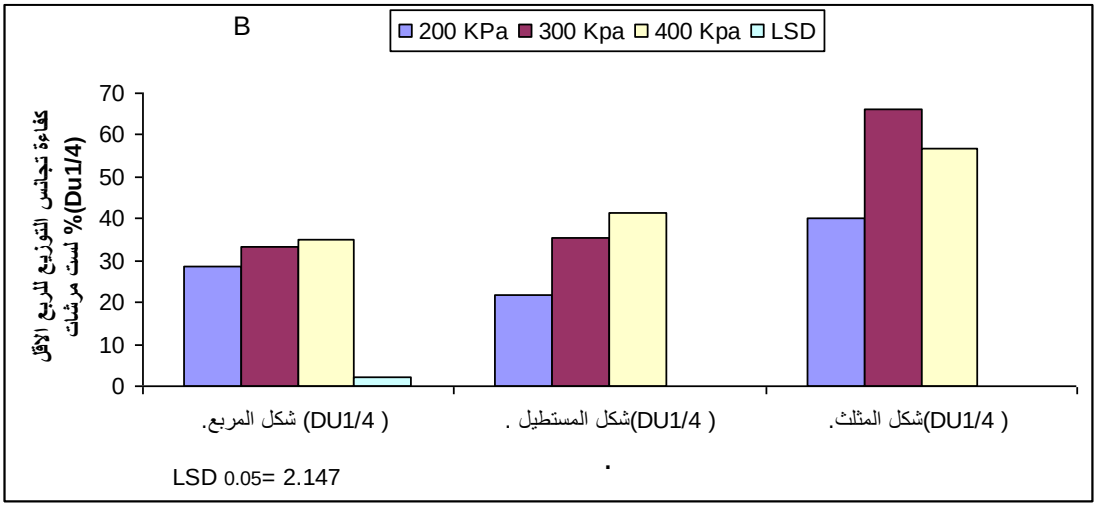
لقد تاثرت كفاءة الاضافة بكفاءة تجانس توزيع الماء وبتجانس انتشار قطرات الماء اثناء الرش وان هذه الحالة مرتبطة بتصريف المرشات اذ ان تصريف المرشة يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي للضغط، وبسبب عدم خروج الماء عن حدود الوحدة التجريبية وقلة الضائعات المائية اثناء الرش ازدادت كفاءة الاضافة بسبب زيادة معامل التجانس (Schneider, 2000). لقد ظهرت اختلافات في التصريف المائي للمرشات نتيجة التغاير في الضغوط المستعملة وان الفرق بين ضغط التشغيل في الخط الرئيسي والضغط اثناء توزيع الماء الى الافرع يجب ان لايزيد عن 15% فضلاً عن ان فرق ضغط التشغيل عند اول واخر مرشة يجب ان لا يزيد عن 20% وهذا لم يكن مسيطر عليه بسبب الضغط العالي المستعمل اثناء ضخ المياه في منظومة الرش والذي بلغ 400 كيلوباسكال (Schneider *et al.*, 2001 و Drive, 2007).

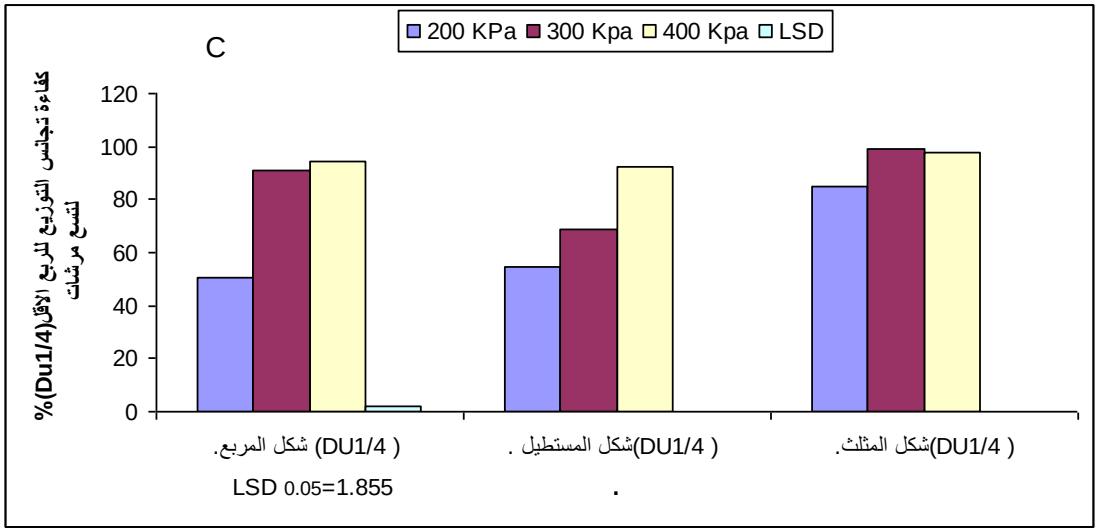
اجري اختبار اخر لتقييم كفاءة منظومة الري بالرش الصغيرة وهو كفاءة تجانس التوزيع للربع الاقل Du1/4 . اظهر شكل 6 تباين واضح في نسب Du1/4 نتيجة اختلاف الضغوط المستعملة وعدد المرشات وشكل ترتيبها في الوحدة التجريبية واعطى الضغط التشغيلي 200 كيلوباسكال عند استعمال اربع مرشات وزعت بشكل مربع اقل نسبة Du1/4 اذ بلغت 5.750% في حين اعطى الضغط التشغيلي 300 كيلوباسكال عند استعمال تسع مرشات وزعت بشكل مثلث متساوي الساقين اعلى نسبة لـ Du1/4 اذ بلغت 98.820%. ان اغلب نسب Du1/4 كانت اقل من 60% وكما هو واضح في شكل 6 وهذه اشارة الى حجم الضائعات المائية وزيادة في تباين توزيع مياه الرش نتج عنه انخفاض في تجانس التوزيع، فقد اكد Kincaid, (1982) ان انخفاض نسبة Du1/4 عن 60% هو دالة لسوء تصميم منظومة الري بالرش وان كفاءة الاضافة والتوزيع منخفضة وظروف التشغيل غير ملائمة مما ينتج عن ذلك زيادة في تباين قياس اعماق المياه الساقطة من المرشات على مساحة محددة من الوحدة التجريبية ويكون معدل الاضافة في مواقع اقل مما هو عليه في المواقع الاخرى للوحدة التجريبية. ولزيادة تجانس توزيع مياه الري يفترض اجراء تقريب للمرشات وذلك بتقليل المسافة بين المرشات او تقليل المسافة بين خطوط الرش ولكن هذا سيؤدي الى زيادة في التكاليف الاولية عند تنفيذ نظام الرش، اذ اكد الباحثون ان قيمة المنظومة تتحدد بالقيمة الاقتصادية للمحصول المزروع (الجنابي، 2003 و Yonts *et al.*, 2007). ان استعمال 9 مرشات في الوحدة التجريبية قد اعطى نسباً عالية لـ Du 1/4 اذ تجاوزت 90% عند ضغطي التشغيل 300 و 400 كيلوباسكال عدا حالة ترتيب المرشات بشكل مستطيل اذ اعطت 68.970% عند الضغط 300 كيلوباسكال، وهذا قد يعزى الى عدم ملائمة نسبة التداخل في مساحات

الرش ما ولد مناطق جافة لم تصل اليها مياه الرش. وبما ان استعمال الضغط التشغيلي 400 كيلوباسكال محـــدد بالمواصـــفات التصميمية لمنظومة الرش الصغيرة لذا كان الضغط التشغيلي 300 كيلوباسكال وشكل ترتيب المثلث متساوي الساقين بأستعمال تسع مرشات هو الانسب والافضل لانه اعطى اعلى نسبة لكفاءة تجانس التوزيع للربع الاقل .

يستنتج مما سبق ان افضل النتائج للكفاءات الاربعة CU و AE و OE و DU1/4 % كانت 94.819 و 87.706 و 83.196 و 98.820 % بالتتابع عند استعمال تسعة مرشات موزعة داخل الوحدة التجريبية بترتيب شـــكل مثلـــث متســـاوي الساقين. وكانت المسافة بين المرشات (S) 1.6 م والمسافة بين خطوط الرش (L) 0.8 م والمسافة بين المرشات بين خطـــوط الرش 1.13 م وبلغت نسبة التداخل بين مساحات التبلل للمرشات المتجاورة 80% اذ كان قطر الرش للمرشة الواحدة 2.56 م وذلك عند الضغط التشغيلي 300 كيلوباسكال هذه المواصفات جعلت تجانس توزيع مياه الرش عالي جداً اذ غطت المياه كافـــة مساحة الوحدة التجريبية ولم تظهر بقع جافة اثناء الرش فضلاً عن ان هذه المواصفات سببت ايصال ماء الرش الـــى بعـــض المواقع من اكثر من مرشة مما حقق تغطية تامة لوحدة المساحة وبتناسق عالٍ.






شكل 6. تأثير شكل ترتيب توزيع المرشات (مربع، مستطيل، مثلث) في قيم كفاءة تجانس التوزيع للربع الاقل DU1/4 باستعمال اربع مرشات (A) وست مرشات (B) وتسع مرشات (C)عند ضغوط تشغيل مختلفة.

**المصادر**


الجنابي، قاسم تبن بزون. 2003. تأثير الري بالرش في توزيع المحتوى الرطوبي في التربة مع الزمن. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق. ع ص 92.

حبيب، ابراهيم محمد.1991. طرق ري الاراضي الصحراوية. قسم الاراضي. كلية الزراعة. جامعة القاهره. حمهورية مصر العربية.ع ص 504.

سليمان، امين، و مازن سلوم.2007. تحديد ضغط التشغيل للمرشات وتقييم ادائها. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الهندسية. المجلد (29) العدد (2). ص 27-40.

العمود، احمد بن ابراهيم.1997 .نظم الري بالتنقيط. قسم الهندسة الزراعية. كلية الزراعة. جامعة الملك سعود. المملكة العربية السعودية.

Abo-Ghobar, H. M., and A. I. Al-Amoud. 1994. Performance characteristics of Micro-sprinklers irrigating greenhouses in Saudi Arabia. J. King Saud Univ. Agric. Sci. Vol. 6. pp 27-37.

AL-Kafaf, S. 1988. Water distribution as influenced by environmental condition. J. Agric. Water Reso. Res.7:257-266.

Anderson, C.L., A.A. Bishop, F. Hotes, J. Keller, J. Merriam, A. Miller, J. Pinney, E. Smerdon, R.J. Winger, and E.G. Kruse. 1978. Describing irrigation efficiency and uniformity. J. Irr. Dra. Div. ASCE. 104: 35 – 41.

Assouline, S. 2002. The effect of micro drip and conventional drip irrigation on water distribution and uptake. Soil Sci. Soc. Am. J.66:1630-1636.

Blake, B. R. and K. H. Hartge. 1986a. Bulk density. *In* A. Klute (ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1, 2nd edn. Agron. Monogr. No. 9. ASA and SSSA. Madison, WI. p. 363-375.

Blake, B. R. and K. H. Hartge. 1986b. Particle density. *In* A. Klute (ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1, 2nd edn. Agron. Monogr. No. 9. ASA and SSSA. Madison, WI. p. 377-382.

Burt, C.M. 1998. Selection irrigation of methods agriculture: Drip/Micro irrigation. Proceedings of the water resource Div, ASCE, Annual conference. Memphis, Tenn. ITRC Pp98-004.

Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by sprinkler. University of California Berkley, California. Reprinted 1972, Utah State University, Logan Utah. P.124.

Dawood, S.A.1985. Comparing on farm irrigation system on basis of irrigation efficiency distribution uniformity. N.A. Thesis, College of Engineering Baghdad University. Iraq.

Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis. *In* C.A. Black (ed.). Methods of Soil Analysis Part 1, Agron. Ser. No. 9, Am. Soc. Agron: Madison, WI. p. 545-567.

Drive, H. 2007. Water efficiency practices for agricultural irrigation. Concord, New Hampshire for Environmental services 03301. (603) 271-3503.

Hanson, B. 2005. Irrigation system design and management: implications for efficient nutrient sue. Department of land, air and water resources. University of California.vol, 6.

Harrison, K.2009. Irrigation for lawns and gardens. University of Georgia colleges of agricultural and environmental sciences. Bulletin 894.

Hector, V. 1994. Drip Irrigation. Dept. of Horticultural, College of Tropical Agriculture and Human resources. University of Hawaii. vol.4, No.2.

Howell. T.A. 2003. Irrigation efficiency. In B.A. Stewart and T.A. Howell (ed.) Encyclopaedia of Water Science, New York. USA.P.467-472.

Jennifer, W.L. 2008. Putting water where it counts. USDA.www. Rain Bird. com.

Kincad, D.C. 1982. Sprinkler pattern radius. Published by the American Society for Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan. Vol.25, No.6, pp.1668-1672.

Nelson, D.W., and L.E. Sommer. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A. L. Page (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agron. P: 539-577.

Pair, C.H. 1988. Water distribution under sprinkler irrigation. Published by agricultural research service, U.S. Department of Agriculture, vol.11, No.5, pp.648-651.

Parsons, L.R., and K.T. Morgan. 2004. Management of micro sprinkler systems for Florida citrus. Institute of food and agricultural sciences, university of Florida. HS 958.

Phocaides, A. 2007. Handbook on pressurized irrigation techniques. Publishing Policy and Support Branch Communication Division FAO. Second Edition Electronic .Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

Rain Bird Co. 1999. Landscape drip line. Design and installation guide.www. Rain Bird.com.

Schneider, A.D. 2000. Efficiency and uniformity of the lepa and spray sprinkler methods: a Review. Transaction of the ASAE, Vol. 43, No, 4, Pp, 937-944.

Schneider, A.D., T.A. Howell, and S.R. Evett.2001. Comparison of SDI, LEPA, and spray irrigation efficiency. An ASAE Meeting presentation. California. Paper No. 012019.

Schwankl, L., B. Hanson, and T. Prichard. 1998. Micro-irrigation of trees and vines. University of California. Davis. USA. Pp .142.

Yonts, C.D., D.L. Martin, and W.L. Kranz. 2007. Application uniformity of in-canopy sprinklers. University of nabraska. Agriculture and natural resources.pp12-17.

## Assessing the Shape of Sprinklers Arrangement and its Effect on Water Distribution Uniformity for Micro-Sprinkler System*

***Nameer T. Mahdi***
***College of Agriculture - University of Baghdad***

***Hussein A. Mohammad***
***College of Agriculture - University of Baghdad***

**Abstract**

The experiment was conducted in a field of specialized vegetable production in northern Baghdad at autumn season 2009 to assess the shape of sprinklers arrangement and the efficiency of water distribution uniformity for micro- sprinkler. Study area is located at latitude 33 north and longitude 45 east, and 26 m altitude. Soil of the field was alluvial soil with silty loam texture classified as *Typic Torrifluvent* sub - group. Different number of sprinklers (4, 6 and 9 sprinklers) were distributed within the experimental unit in different shapes of arrangement (square, rectangle and triangle) and under different operating pressures (200, 300 and 400 kPa) were used. The experiment was designed according to RCBD Factorial in three replications and less significant difference LSD was tested at the level of probability 0.05. Distribution

uniformities of sprinkling water were assessed using uniformity coefficient UC%, application efficiency AE%, over all efficiency OE% and water distribution efficiency in the least quarter DU1/4. The results showed that the highest values of the efficiencies of CU, AE, OE and DU1/4 were 94.819, 87.706, 83.196 and 98.820%, respectively when using nine sprinklers distributed within the experimental unit in isosceles triangle shape arrangement. The distance between the sprinklers (S) was 1.6 m and the distance between the lines of sprinklers (L) was 0.8 m and the distance between sprinklers of the lines was 1.13 m. The overlapped area of moistening for adjacent sprinklers was 80%, and the sprinkling diameter was 2.56 m at operating pressure 300 kPa. This specification considered as a design specifications of the micro – sprinkler irrigation system, which was the most suitable for this experiment.