تأثير تطبيق تقنيات نظم الحصاد المائي للمستجمعات الصغيرة في التوزيع الرطوبي للتربة

مثنى طارق خليل [1] خالد فالح حسن [2]

1 – قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل
muthannakhalil1970@gmail.com

2 – قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

- تاريخ إستلام البحث 12 / 10 / 2021 وتاريخ قبوله 21/ 10/ 2021
- بحث مستل من أطروحة الدكتوراه للباحث الأول .

الخلاصة

يعد تطبيق نظم الحصاد المائي على مستوى المزرعة والتي تمثل المستجمعات المائية الصغيرة لنظم حصاد مياه الأمطار والتي يتم إنشائها بصورة واسعة كأحد الحلول في مواجهة أزمة العجز المائي في الأقاليم الجافة وشبه الجافة . إن هذه الدراسة الحقلية أنجزت لغرض تبيان دور نظم الحصاد المائي الآتية (نظم الحواجز الكنتورية ونظم الحواجز النصف دائرية ونظم الحواجز المصممة على شكل الحرف V باللغة الأنكليزية) في الحفظ الرطوبي للتربة ، إذ تم قياس المحتوى الرطوبي الوزني لمنطقة الهدف وعلى العمقين (20 و 40 سم) . أوضحت نتائج تحليل التباين الإحصائي وعند مستوى معنوية (0.05) التفوق المعنوي لجميع معاملات نظم الحصاد المائي في المحتوى الرطوبي مقارنة بمعاملة المقارنة وبأفضلية واضحة لمعاملة V-Shape وكما أن هذه المعاملة لم تظهر تفوقاً معنوياً واضحاً بينها وبين معاملة الحواجز النصف دائرية . وكما وجد أن هناك فروقات معنوية عالية في المحتوى الرطوبي عند العمق الثاني ولجميع المعاملات .

الكلمات المفتاحية : نظم حصاد مياه الأمطار ، المستجمعات المائية الصغيرة

The effect of applying the techniques of micro-catchment water harvesting systems on the moisture distribution of the soil

Muthanna Tariq Khalil [1] Khalid Falih Hassan [2]

1 - Soil Science and Water Resources / College of Agriculture and Forestry / University of Mosul , muthannakhalil1970@gmail.com
2 - Soil Science and Water Resources / College of Agriculture and Forestry / University of Mosul.

- **Date of research received 12/10/2021 and accepted 21/10/2021**
- **Part of PhD dissertation for the first author.**

ABSTRACT

The application of water harvesting systems on-farm system, which represents the micro-catchment of rainwater harvesting systems which is being established on a large scale as one of the solutions to facing the water deficit crisis in the arid and semi-arid regions . The field study was carried out for the purpose of studying the role of contour ridges , semi-circular ridges , and V-shaped ridges systems in soil moisture conservation . The moisture content of the target area was measured at the two depths (20 and 40 cm) . The results showed the significant superiority of all treatments of water harvesting systems on soil moisture content compared to the control treatment, with a clear preference for the V-Shape treatment , As this treatment did not show a clear significant superiority between it and the treatment of semi-circular ridges . It was also found that there are high significant differences in the moisture content at the 40 cm depth for all treatments .

Key words : Rainwater harvesting systems , Micro-catchment

المقدمة

من المعروف ان المعدل السنوي لسقوط الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة غالباً مايكون منخفضا مقارنة بمفقوداتها من التبخر- نتح Evapotranspiration ، فضلاً عن ان توزيعها السنوي غير المنتظم (المتذبذب) مما ينتج عنها فترات جفاف Drought متكررة تؤدي بدورها إلى حدوث عجز مائي Water deficit يؤثر فيما بعد على المحصول النامي فيها مؤديا إما إلى فشله أوإنخفاض إنتاجيته . وإجمالاً فإن الضائعات المائية Water waste السنوية للعواصف المطرية تحت هذه الظروف يمكن حصرها بما يـأتي : التبخر Evaporation ، النتح Transpiration ، الغيض Infiltration ، السيح السطحي Surface runoff ، التخلل العميق Deep percolation . وتعد عملية الحصاد المائي لمياه الأمطار إحدى أهم المعالجات للتقليل من الضائعات المائية وعلى وجه الخصوص مياه السيح السطحي والتي يمكن تبنيها في المناطق التي تسودها الظروف المناخية الجافة وشبه الجافة والتي تؤدي بدورها الى الحد من تـأثير ظاهرة الجـفـاف وزيادة المساحات المزروعـة في هذه المناطق (Oweis وآخرون , 2012) .

إن فكرة نظام حصاد مياه الأمطار تستند على مبدا جمع وإعادة استخدام مياه السيح السطحي الناتجة من الأمطار الساقطة في المنطقة ويتم ذلك من خلال حرمان جزء من الأرض من نصيبها من الأمطار الساقطة والتي تمثل مساحة المستجمع المائي وإعطائها إلى جزء آخر أقل مساحة والذي يمثل المنطقة المزروعة (منطقة الهدف) لكي تزيد من كمية المياه المخزونة فيه بحيث تكفي لسد احتياجات المحاصيل المائية (Owies و Taimeh ، 1996) . وكما أشار العديد من الباحثين Oweis وآخرون (2012) ، Saeid و Faezeh (2021) إلى أن انظمة حصاد مياه الأمطارتشتمل على ثلاث مكونات رئيسية وهي كما يأتي :

1- منطقة المستجمع المائي Catchment area : وتعرف هذه المنطقة أيضاً بمنطقة السيح السطحي Runoff area Surface، والتي تعرف بانها ذلك الجزء من الأرض الذي يساهم ببعض أو جميع حصته من ماء المطر وتحويلها الى منطقة أخرى تقع خارج حدودها . وكما قد تكون هذه المنطقة إما أراضي زراعية أو صخرية أو طريقاً ممهداً او سطحاً أو أراضي حدية .

2- منشأة الخزن The storage facility : وهي المنطقة التي تحتفظ بمياه السيح السطحي المحصود لحين إستخدامه لاحقاً ، وعادة مايكون خزن المياه فوق سطح الأرض في خزانات أو برك أوقد يتم الخزن في جسم التربة بما يسمى برطوبة التربة أو تحت سطح الأرض بمنشآت تدعى الصهاريج أو بصيغة مياه جوفية .

3- منطقة الهدف Target area : وهي المنطقة التي تمثل غاية التصميم لنظام حصاد مياه الأمطار والتي يتم فيها توجيه المياه المحصودة باتجاه الإستخدامات المطلوبة (الزراعية والصناعية والمنزلية) . وعادة ما تحتوي أنظمة الحصاد المائي الواسعة على مكون إضافي (اضافة الى المكونات الثلاثة) وذلك لنقل وتحويل مياه الجريان السطحي الى منطقة الهدف أو منشأة الخزن .

وأشار كلاً من { Oweis وآخرون (2004) و Saeid و Faezeh (2021) } إلى أن هناك عدة تصانيف لنظم حصاد المياه والتي تصنف أغلبها إعتماداً على نوع الاستخدام وطريقة تخزين المياه فيها ، ويعد التصنيف الذي يعتمد على حجم مستجمعات المياه التصنيف الأكثر شيوعاً ، إذ تصنف انظمة الحصاد المائي الى :

1 - انظمة المستجمعات المائية الصغيرة Micro-Catchment Systems والتي يندرج تحتها انظمة الأسطح الكتيمية Rooftop systems وأنظمة على مستوى المزرعة On-farm systems مثل متون الكفاف والمتون الهلالية والحواجز المصممة بشكل الحرف V والحفر الصغيرة وشرائط الجريان السطحي وغيرها .

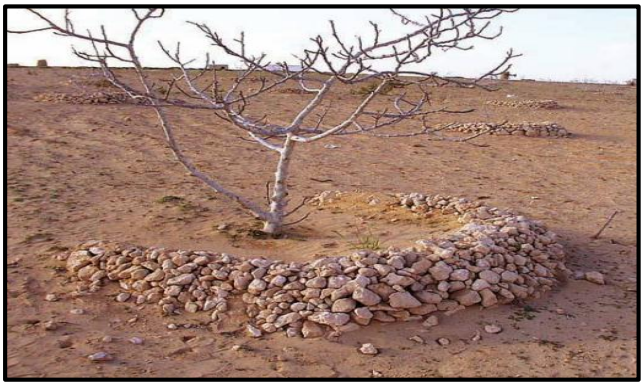
2 - انظمة المستجمعات الكبيرة Macro-catchment Systems والتي تشتمل في مضمونها على انظمة المنحدرات الطويلة Long-slope systems وأنظمة مياه الفيضان Floodwater systems ، مثل خزانات المزرعة الصغيرة وزراعة قعر الوادي والجسور ونظم نشر المياه ونظام قناة سفح التل والصهاريج وغيرها .

وكما أوضح الباحثين Prinz و Singh (2006) أن تقنية المستجمعات المائية الصغيرة تعد من الطرائق التي تستخدم على نطاق واسع لجمع مياه السيح السطحي من المستجمعات الصغيرة وتخزينها في المنطقة الجذرية Rhizosphere ضمن المنطقة المزروعة . وأضاف كلا من Oweis و Hachum (2005) أن مساحة المستجمع في هذا النوع من الأنظمة غالبا ما تتراوح من بضعة امتار مربعة الى الآف الامتار المربعة . ومن أهم نظم الحصاد المائي للمستجمعات الصغيرة وعلى مستوى المزرعة On-farm systems التي تم إختبارها في هذه الدراسة وهي :

1 - متون الكفاف Contour ridges : وعادة ما يتكون هذا النظام من سدود ترابية تنشا على طول خطوط الكفاف (الخطوط الكنتورية) وقد تُدعم هذه السدود بالحجارة احياناً ، حيث تبعد هذه السدود عن بعضها البعض بحوالي من 5 الى 20 متر ، وان الزراعة تتركز فيها على مسافة 1 الى 2 متر من مقدمة المتن أما المتبقي منها فيشكل المستجمع المائي حيث تستغل هذه المساحة بزراعة بعض المحاصيل الحقلية والاشجار والشجيرات . ويتميز هذا النظام بإنخفاض كلفة إنشائه وبقدرته على الحفاظ على التربة من التعرية المائية ، ويمكن اقامته بمدى واسع من الميول (1 – 50 %) ، وسواقط مطرية متوسطة او منخفضة نسبياً (< 600 ملم) ولا سيما اذا كانت التربة ذات انسجة خفيفة . وكما ان نجاح هذا النظام يكمن بوضع المتون بدقة عالية على طول خط الكفاف وبخلاف ذلك فان الماء سينساب ويتجمع عند أوطأ نقطة في الحوض مؤدية إلى فشل النظام وتدميره { Garcia وآخرون (2002) ، نافع (2018) ، Saeid و Faezeh (2021) } . والشكل (1) يوضح هذا النظام .

شكل (1) : متون الكفاف Contour ridges

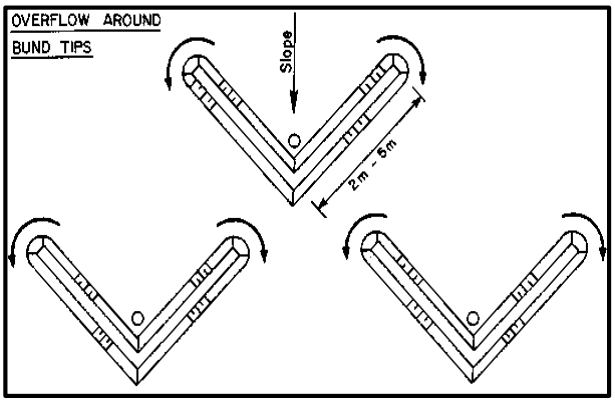
2 - المتون الهلالية Semi-circular bonds : وتعرف هذه النظم على أنها متون أو حواجز ترابية ذات شكل هلالي أو نصف دائري بإتجاه قمة المنحدر بحيث ترتب هذه المتون بشكل سلسلة متفاوتة (متداخلة جزئيا Overlap) ، حيث يتم جمع مياه السيح السطحي من المنطقة التي تقع أعلى النظام والتي تمثل مساحة المستجمع المائي والتي يتحتم تصميمها بمساحة مناسبة بحيث تسمح بالتقاط كمية كافية من مياه السيح السطحي التي تتراكم أمام الحاجز في المنطقة المزروعة . وعادة ما يتراوح قطر الدائرة لهذا النظام من 1 – 8 متر بينما يبلغ ارتفاع الحاجز ما بين 30 – 50 سم إذ يتحكم هذا الإرتفاع بكمية المياه المحتجزة خلفها ، وتستخدم هذه التقنية في الاراضي المنبسطة قليلة او متوسطة الميل (< 15 %) ، ومن الجدير بالذكر فان هذه الحواجز غالباً ما تستخدم بصورة رئيسية لزراعة النباتات الرعوية والاشجار والشجيرات واحياناً لزراعة المحاصيل الحقلية والخضراوات إذ يتطلب إنشاء هذه النظم عدد كبير من الايدي العاملة { Prinz (1995) ، Oweis و Hachum (2005) ، Researches and Studies Program وآخرون (2016) } . والشكل (2) يوضح نظام المتون نصف الدائرية .



الشكل (2) : المتون نصف الدائرية Semi-Circular bunds

3 - المستجمعات المائية نوع V-Shape : وهذه المستجمعات عبارة عن متون ترابية مشابهة في شكلها للمتون الهلالية (النصف دائرية) من حيث التصميم ، الا انها تتكون من متنين يتخذان شكل الحرف (V) باللغة الانكليزية ، شكل (3) ، وعادة ما تكون هذه المستجمعات مصممة بطريقة بحيث تكون قمتها نحو اسفل المنحدر(عمودية على الإنحدار) وبصورة سلسلة متفاوتة متداخلة جزئيا Overlapping لتكون اكثر كفاءة . ولكون سعة التخزين المائي لهذا النظام غالبا

ما تكون اقل من تلك الموجودة في النظام المغلق ، فأن فائض المياه يمكن أن يتدفق حول اطراف هذه الحواجز مما يقلل من حجم المياه المحصودة فيه .

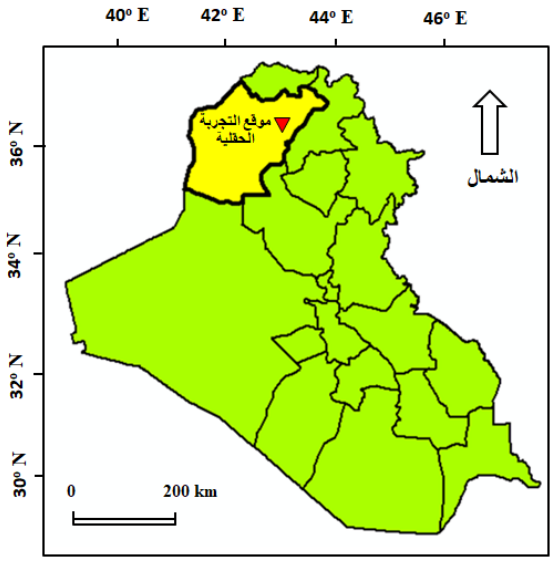


الشكل (3) : المتون الترابية ذات الشكل V (V-Shape)

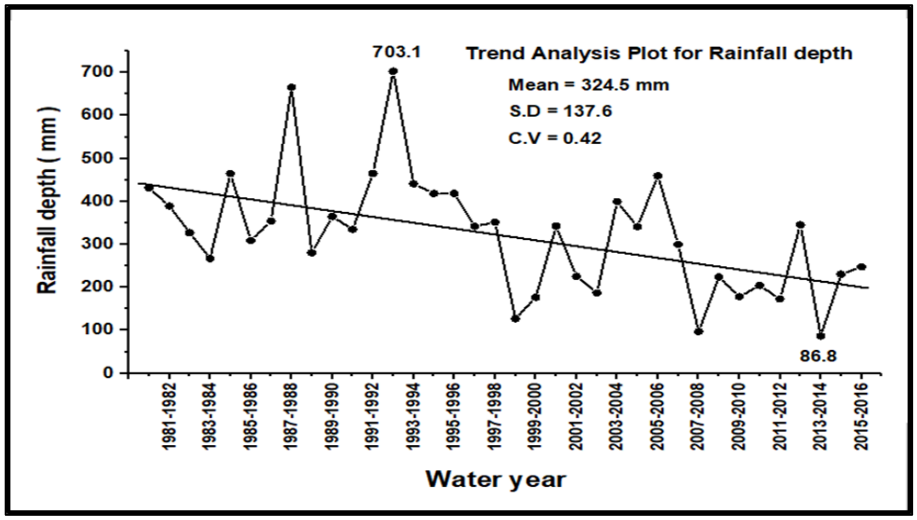
وعلى العموم فإن هذه الحواجز غالبا ما تكون مفيدة بشكل خاص لزراعة الأشجار والشجيرات وايضا لزراعة بعض المحاصيل الحقلية { Critchley و Siegert (1991) ، Mugwe وآخرون (2001) ، Zhu وآخرون (2015) } .

مواد العمل وطرائقه

موقع الدراسة : أجريت التجربة الحقلية تحت الظروف المناخية لمدينة الموصل وكان موقع الدراسة في منطقة المزارع شكل (4) الواقعة جنوب شرقي مدينة الموصل على خط طول ″1.52 ′10 °43 شرقاً ودائرة العرض ′19 °36 ″52.55 شمالاً وبإرتفاع (222.6) متراً عن مستوى سطح البحر ، وطبقا لتصنيف Blair (1942) المناخي فإن المنطقة المدروسة تقع ضمن الحزام المناخي شبه الجاف Semi-arid zone ، إذ تراوح معدل الأمطار فيها بين (86.8 – 703.1ملم) وبمعدل (324.5 ملم) وانحراف قياسي (137.6 ملم) وبمعامل إختلاف C.V (42.4 %) للمدة من السنة المائية (1980 - 1981) الى السنة المائية (2015 - 2016) وحسب محطة الأنواء الجوية التابعة لمدينة الموصل ، والشكل (5) يوضح السلسلة المطرية المأخوذة لمنطقة الدراسة .



الشكل (4) موقع التجربة الحقلية في محافظة نينوى / الموصل



الشكل (5) توزيع الأمطار الموسمي وتحليل خط الإتجاه العام لها لسلسلة البيانات للسنوات المائية (من 1980 لغاية 2016) / المصدر : عمل الباحث

تربة الدراسة Soil study : تم أختيار تربة منطقة المزارع ذات النسجة المزيجية Loam وذلك لغرض تطبيق التجربة الحقلية ، وتصنف هذه التربة وفق نظام التصنيف الاميركي الحديث Soil Taxonomy USDA ضمن رتبة Entisol والمجموعة العظمى لها Torrifluvent (Soil Survey Staff ، 2014) . إذ تم تقدير بعض الخصائص الفيزيائية كنسجة التربة بطريقة الماصة الدولية Pipette method والكثافة الظاهرية بطريقة Core method والكثافة الحقيقية بأستخدام قنينة الكثافة Pycnometer ومسامية التربة من العلاقة التي تربط الكثافة الظاهرية بالكثافة الحقيقية ونسبة التشبع بطريقة قياس المحتوى الرطوبي الوزني للعجينة المشبعة والايصالية المائية المشبعة للتربة بطريقة العمود الثابت Constant head والجدول (1) يوضح أهم الخصائص الفيزيائية لتربة الدراسة .

الجدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية لتربة الدراسة

الطين Clay	الغرين Silt	الرمل Sand	النسجة Texture	الكثافة الظاهرية ρ_b	الكثافة الحقيقية ρ_s	المسامية f	نسبة التشبع Θ_s	الايصالية المائية المشبعة K
$g \cdot kg^{-1}$			--	$Mg \cdot m^{-3}$		%		$Cm \cdot hr^{-1}$
210	290	500	Loam	1.36	2.66	48.87	42.77	0.73

وأما الخصائص الكيميائية فقد تم تقدير درجة تفاعل التربة باستخدام جهاز pH- Meter في حين تم تقدير الإيصالية الكهربائية بإستخدام جهاز Ec-Meter ، وكاربونات الكاليسيوم قدرت بطريقة التسحيح باستخدام حامض 1N-HCl + دليل الفيثونفثالين ph.ph وبالمعايرة مع القاعدة 1N-NaOH، أما المادة العضوية فقدرت باستخدام طريقة الأكسدة المبتلة Wet Oxidation ، وحسب الجدول (2) أدناه .

درجة تفاعل التربة *pH 1:1*	الايصالية الكهربائية *Ec 1:1*	كاربونات الكاليسيوم *$CaCo_3$*	المادة العضوية *OM*
--	*$dS \cdot m^{-1}$*	*$g \cdot kg^{-1}$*	
7.63	0.916	238.6	17.4

الجدول (2) بعض الخصائص الكيميائية لتربة الدراسة

التجربة الحقلية : تم تنفيذ التجربة الحقلية في الموسم المطري (2019 – 2020) وبإستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكامل RCBD ، إذ تم الإستعانة بأحواض معدنية Metal Flumes بأبعاد (4 X 1.8) متر وتم تثبيت هذه الأحواض على ميل (6 %) إذ تم تصميم عند اسفل الميل للحواض فتحة (انبوب بطول 40 سم) وبقطر (5 سم) والذي يمثل فتحة المصب (Outlet) . ومن ثم تم تطبيق أربعة معاملات في هذه الاحواض والتي تمثل ثلاثة نظم صغيرة شائعة لحصاد المياه Micro-Catchment وكما موضح في الشكل (6) وهي (نظم الحواجز النصف دائرية) و (نظم الحواجز المصممة على شكل الحرف V) و (نظم الحواجز الكنتورية) إضافة الى معاملة المقارنة Control ذات السطح المستوي وبواقع مكررين لكل معاملة . وبذلك يكون عدد الوحدات التجريبية ثمان وحدات . وتم تعريض التجربة الحقلية للتساقط الطبيعي للموسم المذكور أعلاه ، إذ تم تقدير المحتوى الرطوبي الوزني لتربة منطقة الهدف وبعد كل عاصفة مطرية وعلى عمقين (20 و 40 سم) .

التحليل الإحصائي : وبعد جمع بيانات المحتوى الرطوبي الوزني تم إيجاد الفروق المعنوية والتباين بين المعاملات مقارنة بمعاملة المقارنة وعلى عمقي الدراسة بإستخدام برنامج SAS وبالإستعانة بإختبار دنكن المتعدد المدى Duncan Multiple Range Test .

الشكل (6) معاملات الدراسة لنظم الحصاد المائي للمستجمعات المطرية الصغيرة

النتائج والمناقشة

لقد بينت النتائج الموضحة في الجدولين (3) و (4) والشكلين (7) و (8) التي تربط العلاقة بين نظم الحصاد المائي نوع Micro-Catchment المطبقة في هذه الدراسة وقيمة نسبة المحتوى الرطوبي الوزني للتربة التفوق المعنوي الواضح لجميع المعاملات وعند مستوى معنوية بلغ (0.05) التي تمثل هذه النظم (V-Shape و Semi-Circular و Contour ridges) إذ بلغت المعدلات الكلية لنسبة الرطوبة الوزنية لهم (23.14 و 23.01 و 22.34) على التوالي بالنسبة لمعاملة المقارنة Control التي بلغ معدل الرطوبة لها (20.59) ، ومن ناحية أخرى فقد كانت الفروقات غير معنوية بين معاملتي النظامين V-Shape والنصف دائري وبأفضلية للمعاملة الأولى ، في حين أن هاتين المعاملتين كانتا ذات معنوية عالية مقارنة مع المعاملتين الأخريين (الحواجز الكنتورية ومعاملة المقارنة) على التوالي . ويعود السبب في زيادة المحتوى الرطوبي للتربة إلى أن هذه النظم تقوم بإعتراض ماء السيح السطحي مما يزيد من فرصة رشحه إلى داخل جسم التربة ، وأن الزيادة المعنوية في قيمة نسبة الرطوبة الوزنية لمعاملة النظم المصممة على شكل الحرف V والنظام النصف دائري قد يعود ذلك إلى أن هذه النظم تقوم بتركيز المياه نحو منطقة بعينها والتي تمثل قمة النظام لذلك

تزداد نسبة الرطوبة في تلك المنطقة التي تمثل المنطقة المزروعة ، بينما نظم الحواجز الكنتورية أو (خطوط الكفاف) قد تساعد طريقة تصميمها على نشر الماء يمين أو شمال الحاجز مما يؤدي إلى توزيع الماء ضمن المنطقة المزروعة بصورة متحيزة وهذه الكيفية قد تقلل أو تزيد من نسبة رطوبة التربة من حيز إلى آخر ضمن نفس المنطقة ولغرض تقليل هذا الأثر يصار الى تحري الدقة عند انشاء هذه النظم وذلك بوضع الحواجز الكنتورية على خطوط الكفاف مع اقامة الحواجز الفرعية وذلك للحد من الحركة الجانبية للمياه ورفع كفاءة التوزيع لها .

وفيما يخص التوزيع الرطوبي عند عمقي التربة المأخوذين (العمق الأول 20 سم والعمق الثاني 40 سم) في هذه الدراسة فقد كانت الفروقات ذات معنوية عالية لجميع نظم الحصاد المائي لصالح العمق الثاني فقد بلغ معدل نسبة الرطوبة الوزنية في معاملة الحواجز الكنتورية Contour ridges عند العمق الأول (21.94 b) وعند العمق الثاني (22.73 a) وأما معاملة النظام V-Shape فقد كان معدل نسبة الرطوبة عند العمق الأول (22.60 b) وعند العمق الثاني (23.67 a) في حين بلغ معدل نسبة الرطوبة للنظام النصف دائري Semi-Circular عند العمق الأول (22.49 b) والعمق الثاني (23.53 a) ، أما معاملة المقارنة Control فلم تكن هناك أي فروقات معنوية واضحة في قيم معدل نسبة الرطوبة عند عمقي الدراسة والذي بلغ عند العمق الأول (20.58 a) والعمق الثاني (20.60 aa) بأفضلية بسيطة للعمق الثاني . وعلى العموم فإن المعدل الكلي لنسبة الرطوبة للمعاملات الأربعة عند عمقي الدراسة جاءت لتؤكد الفروقات المعنوية الواضحة لقيم المحتوى الرطوبي إذ بلغ المعدل الكلي لنسبة الرطوبة عند العمق الأول (21.91 b) والعمق الثاني (22.63 a) .

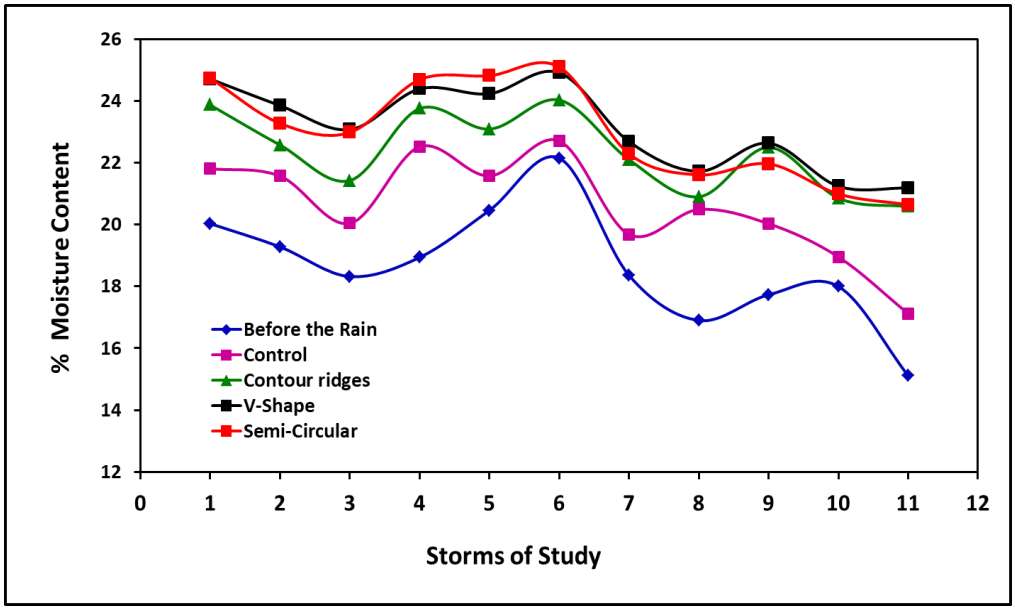
إن هذه النتائج جاءت منطبقة مع ما توصل إليه كلاً من Ali و Yazar (2007) في دراستهم التي أوضحت أن نسبة الرطوبة ضمن المنطقة المزروعة لنظم حواجز الكفاف Contour ridges كانت ذات معنوية عالية مقارنة بمنطقة المستجمع المائي ، وأن نسبة الرطوبة هذه عند عمق الدراسة الأول (15 سم) انخفضت بصورة معنوية عن العمق الثاني (30 سم) أي بتفوق معنوي للعمق الثاني وأن المحتوى الرطوبي بدأ بالإنخفاض التدريجي بعد العمق الثاني . وأيضاً توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما استنتجه كلاً من Aydrous وآخرون (2018) من أن نظم الحصاد المائي نوع (V-Shape و Semi-Circular و Pits و Deep ditches) كانت ذات فروقات معنوية عالية وعند مستوى معنوية (0.05) في قيم المحتوى الرطوبي ولجميع هذه النظم بالنسبة لمعاملة المقارنة Control ، وأن نظام V-Shape تفوق معنوياً على باقي النظم (Semi-Circular و Pits و Deep ditches) على التوالي ، ومن ناحية أخرى فقد كانت الفروقات المعنوية لقيم نسبة الرطوبة عالية عند العمق (60 – 90 سم) مقارنة بالأعماق (0 – 30 سم) و (30 – 60 سم) .

الجدول (3) معدلات نسبة رطوبة التربة عند العمقين المأخوذين لمعاملات الدراسة لعواصف الدراسة

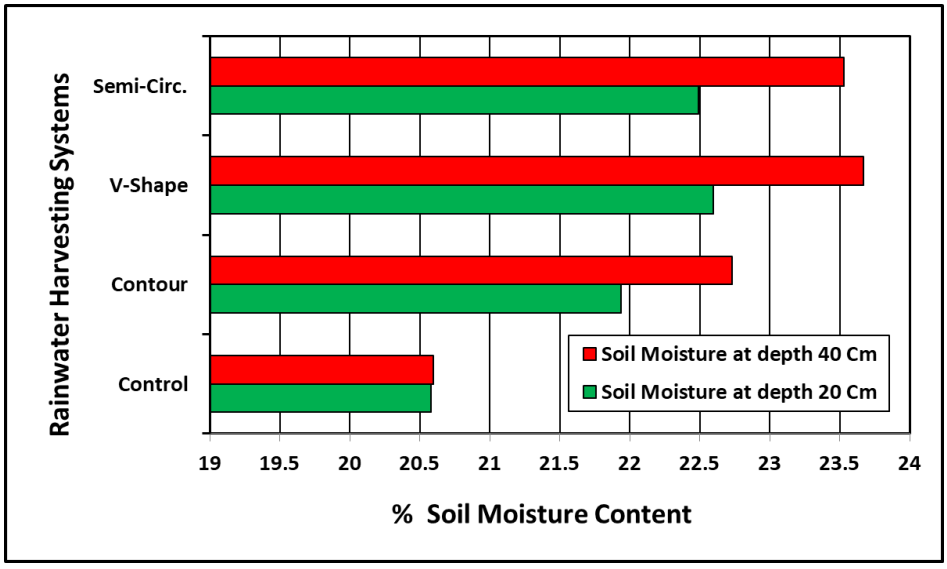
العواصف المطرية Rain-storms	العمق المطري (ملم) + تاريخ العاصفة	المعاملات Treat.	معدل نسبة الرطوبة عند عمقي الدراسة (سم)		العواصف المطرية Rain-storms	العمق المطري ملم + تاريخ العاصفة	المعاملات Treat.	معدل % رطوبة التربة عند عمقي الدراسة (سم)	
			20	40				20	40
1	17.8 24 Jan. 2020	Control	22.44	21.18	7	4.7 1 Mar.	Control	20.19	19.17
		Contour	23.74	24			Contour	22.49	21.71
		V-Shape	24.16	25.26			V-Shape	23.68	21.69
		Semi-Cir	24.52	24.95			Semi-Cir	22.29	22.29
2	9.4 31 Jan.	Control	21.62	21.52	8	17.5 14 Mar.	Control	19.72	21.26
		Contour	22.09	23.06			Contour	19.99	21.81
		V-Shape	22.79	24.91			V-Shape	20.49	22.96
		Semi-Cir	22.55	24			Semi-Cir	20.97	22.25
3	6.4 7 Feb.	Control	20.29	19.79	9	37.1 30 Mar.	Control	20.02	20.04
		Contour	20.95	21.90			Contour	22.15	22.85
		V-Shape	21.85	24.30			V-Shape	22.27	23
		Semi-Cir	22.64	23.32			Semi-Cir	21.04	22.89
4	28.6 13 Feb.	Control	22.67	22.37	10	30.7 3 Apr.	Control	18.17	19.74
		Contour	23.45	24.06			Contour	19.97	21.74
		V-Shape	24.06	24.72			V-Shape	20.52	21.96
		Semi-Cir	24.53	24.85			Semi-Cir	19.88	22.10
5	23.3 19 Feb.	Control	22.15	21	11	15.1 9 Apr.	Control	16.05	18.19
		Contour	22.77	23.41			Contour	19.88	21.28
		V-Shape	24.18	24.29			V-Shape	20.11	22.26
		Semi-Cir	24.68	24.95			Semi-Cir	19.34	21.95
6	9.1 22 Feb.	Control	23.11	22.30					
		Contour	23.86	24.20					
		V-Shape	24.78	25.05					
		Semi-Cir	24.93	25.27					

المعاملات Treatments (نظم الحصاد المائي)		% رطوبة التربة عند العمقين (سم)		المعدل Mean
		20	40	
Control	المقارنة	20.58 c	20.60 c	**20.59 c**
Contour ridges	حواف الكفاف	21.94 b	22.73 b	**22.34 b**
V – Shape	شكل الحرف ڤي	22.60 aa	23.67 aa	**23.14 aa**
Semi-Circular	النصف دائري	22.49 a	23.53 a	**23.01 a**
Total Mean	المعدل الكلي	**21.91 b**	**22.63 a**	

الجدول (4) نتائج تحليل التباين لمعدلات نسبة الرطوبة عند عمقي التربة المأخوذين لمعاملات الدراسة التي تمثل (أنظمة الحصاد المائي) للعواصف المطرية المدروسة



الشكل (6) المعدلات الكلية لنسبة المحتوى الرطوبي لنظم الحصاد المائي للعواصف المطرية المدروسة



الشكل (7) المعدلات الكلية لنسبة المحتوى الرطوبي عند عمقي التربة لأنظمة الحصاد المائي

الإستنتاجات

لقد خلصت نتائج التحليل الإحصائي للعلاقة بين نظم الحصاد المائي نوع Micro-Catchment المطبقة في هذه الدراسة والمحتوى الرطوبي للتربة Moisture content التفوق المعنوي الواضح لجميع معاملات هذه النظم مقارنة بمعاملة المقارنة وبأفضلية واضحة لمعاملة النظام V-Shape ، وكما لوحظ أن هناك فروقات غير معنوية بين معاملتي V-Shape و Semi-Circular . وأظهرت نتائج تحليل التباين أيضاً للعلاقة بين هذه النظم والتوزيع الرطوبي عند عمقي الدراسة (العمق الأول 20 – العمق الثاني 40 سم) إن هناك فروقات معنوية واضحة ولجميع نظم الحصاد المائي

عند العمق الثاني ، وكما لوحظ عدم وجود فروقات معنوية واضحة في المحتوى الرطوبي بين عمقي الدراسة في معاملة المقارنة بالرغم من الأفضلية البسيطة للعمق الثاني .

المصادر

1 - نافع ، فيصل عبد الفتاح (2018) . استخدام تقانات حصاد المياه لتنمية الموارد المائية العراقية . مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية . الم جلد (14) ،العدد (60) ، ص : 164 – 184.

2 - Ali , A. and A. Yazar (2007) . Effect of Micro-catchment Water Harvesting on Soil water Storage and Shrub Establishment in the Arid Environment . International Journal of Agriculture and Biology.Vol. (9), No.(2) , P : 302-306 . http://www.fspublishers.org .

3 - Aydrous, A.E. , A.M.E. Mohamed and K.O. Abd-Elghafar (2018) . Effect of Some Micro-Catchment Water Harvesting Techniques on Soil Moisture Content Using Duncan's New Multiple Range Test . International Journal of Agricultural Economics and Management . Vol. (8), No. (1) , pp. 1 – 8 .

4 - Blair, C.A. (1942). "Climatology" prentice hall. Englewood Cliffs , New York . U.S.A.

5 - Critchley, W. and Siegert, K. (1991) . Water harvesting: A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production . Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Available from : http://www.fao. org/ docrep/U3160E/u3160e00.htm (Date of access 20th Feb. (2012) .

6 - Garcia , J. N., Gerrits , R. V. , and Cramb , R. A. (2002) . Adoption and maintenance of contour bunds and hedgerowsin a dynamic environment - experiences in the Philippine urplands mountain. Research and Development 22 (1): 10–13.

7 - Mugwe, J., M. O. Neill, S. Gachanja, J. Muriuki and J. Mwangi (2001) . Participatory evaluation of water harvesting techniques for establishing improved Mango varieties in smallholder farms of Mbeere district, Kenya. 10th International soil conservation organization meeting held May 24-29, 1999 . P : 1152-1157 .

8 - Oweis, T. Y. and A. Y. Taimeh (1996) . Evaluation of small basin water harvesting system in the arid region of Jordan . Water resources management 10: 21-34 .

9 - Oweis, T. Y. , Hachum, A., and A. Bruggeman (eds.) (2004) . Indigenous water harvesting Systems in West Asia and North Africa . Aleppo , Syria : ICARDA .

10 - Oweis, T. Y. and Hachum, A. (2005). Water harvesting for agriculture in the dry areas . https://www.researchgate.net/publication/266326761 .

11 - Oweis , T. Y., D. Prinz and A. Y. Hachum (2012) . Water Harvesting for Agriculture in the Dry Areas . International Center for Agricultural Research in the Dry Area (ICARDA) . Published by : CRC Press / Balkema .

12 - Prinz, D. (1995) . Water harvesting in the Mediterranean environment - its past role and future prospect . In : Water Resources Management in the Mediterranean under Drought . of Water Shortage Conditions , Internat . Symp. , (ed. N.Tsiourtis) , 135-144. Nicosia , Cyprus : A.A. Blakema .

13 - Prinz, D. and Singh, A.K. (2006). Technological potential for improvement of water harvesting . In : Water Management: Concepts and Cases (eds. P. Nair and D. Kumar), 123–135. Hyderabad: ICFAI University Press. ISBN: 81-314-0061-1.

14 - Researches and studies program , Computer and Gis Department and Land research center-LRC (2016) . Report : Water harvesting techniques for wadi watershed / East Jerusalem .

15 - Saeid , E. and Faezeh , E. (2021). Handbook of Water Harvesting and Conservation : Basic concepts and fundamentals . The New York Academy of Sciences . WILEY .

16 - Soil Survey Staff. (2014). Key to Soil Taxonomy . 12 th ed . USDA-Natural Resourrces Conservation Service: Washington, DC., USA.

17 - Zhu, Q., J. Gould, Y. Li and C. Ma (2015). Rainwater Harvesting for Agriculture and Water Supply. Science Press Beijing, Springer.