

زيادة فعالية الري وتعظيم الناتج الزراعي لوحة المياه في قطاع غزة

Increasing the Efficiency of Irrigation Water to Optimize Water Unit Production in the Gaza Strip

حسام النجار

Husam Al-Najar

قسم الهندسة المدنية والبيئية، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين

الباحث المراسل: halnajar@iugaza.edu.ps

تاريخ التسليم: (2018/9/4)، تاريخ القبول: (2019/1/30)

ملخص

نظرا لندرة مصادر المياه وتلوثها في قطاع غزة فان الجهات المختصة عملت على ايجاد مصادر بديلة مثل تحلية مياه البحر. وعليه فإن الهدف الاساسي للبحث هو زيادة فعالية استخدام مياه الري لضمان الامن المائي والغذائي لسكان قطاع غزة في ظل مصادر المياه الجديدة باهضه التكلفة. اعتمدت الدراسة على مراجعة الخطط الزراعية السابقة والسياسات الزراعية المعتمدة والتقارير السنوية الخاصة بالانتاج الزراعي واسهامه في الامن الغذائي. دراسة ميدانية تتضمن استبيان للتعرف على مدى رغبة المزارعين حول تغيير النمط الزراعي. استخدام النماذج المحوسبة لمنظمة الاغذية والزراعة (FAO) لحساب الاستهلاك الأمثل لمياه الري لتعظيم الانتاج الزراعي لوحة المياه ومقارنتها بالممارسات الحالية للمزارعين في قطاع غزة. من خلال النتائج تبين العديد من الطرق والتقنيات خلالها يمكن تعظيم العائد من وحدة المياه في الزراعة في قطاع غزة. منها الاعتماد على الزراعة الشتوية للمحاصيل الحقلية في مناطق معينة حيث ان تصنيف مؤشر الجفاف (Aridity Indices- AI) يتراوح بين 0.16 الى 0.3. حسب الممارسات الحالية تعتبر المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية هي الأقل وتمثل ما نسبته 17% من مجموع الاراضي الزراعية نظرا لعدم جدوى زراعتها. من خلال تجربة حقلية استخدم فيها الري بالتنقيط والري التقليدي وجد ان هناك زيادة معنوية عند $P < 0.05$ لإنتاج الوحدة المياه بنسبة 2.78% و 3.97% و 1.79% و 6% في حالة البطاطا و البندورة و الذرة والفلل بالتتابع عندما استخدم نظام الري بالتنقيط مقارنة بالري التقليدي. لقد اتضح من خلال نموذج منظمة الاغذية والزراعة (FAO) بعد ادخال المعطيات الخاصة لمناطق مختلفة بقطاع غزة أن كميات المياه المستخدمة بواسطة المزارعين تفوق الحاجة الحقيقية للري. لذلك يتوجب على الجهات المعنية محاصصة المياه حسب المساحة المزروعة ونوع المحاصيل واستخدام اجهزة قياس رطوبة التربة (Tensiometer) لزيادة فعالية الري. تعتبر المياه العادمة المعالجة مصدر بديل لمياه الخزان الجوفي المستخدم حاليا في الري والتي تقدر بحوالي 58 مليون متر مكعب سنويا تفي تماما

باحتياجات الري لأشجار الفواكه اذ تعتبر المساحة المزروعة بالفواكه أعلى نسبة 49 % من مجموع الاراضي الزراعية في قطاع غزة.

الكلمات المفتاحية: انتاج زراعي- الملوحة- ري- قطاع غزة- تحلية المياه

Abstract

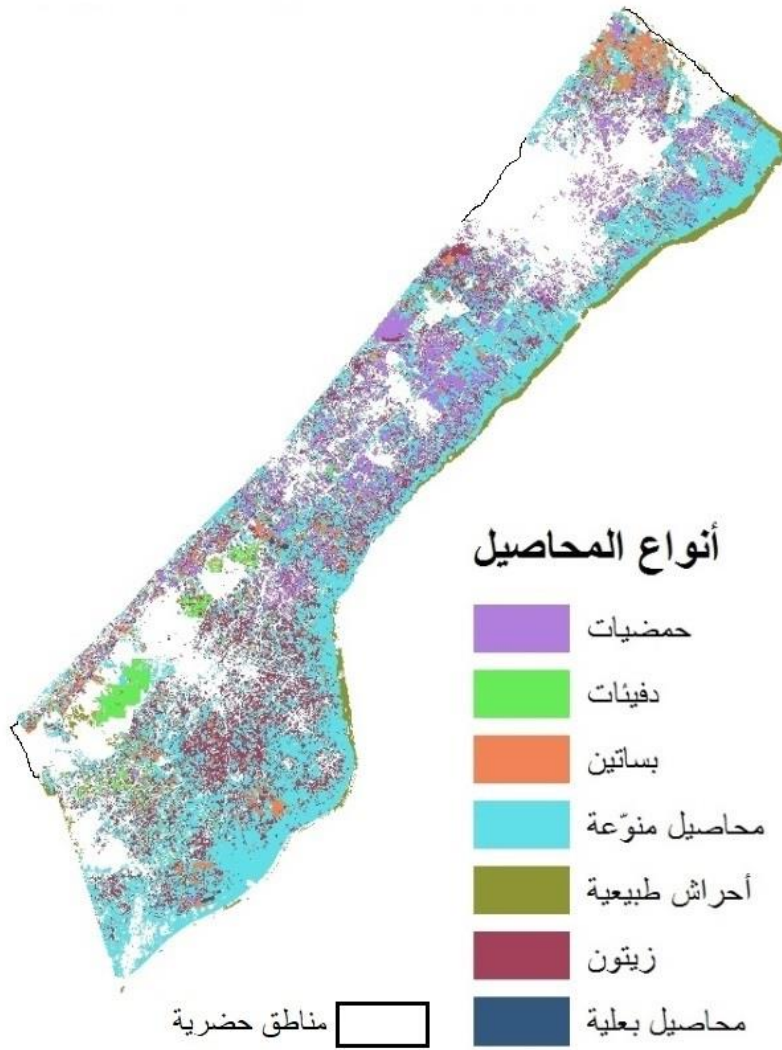
Due to the scarcity and contamination of water sources in the Gaza Strip, the relevant authorities have worked to find alternative sources such as seawater desalination. Therefore, the main aim of the research is to increase the efficiency of irrigation water to ensure water and food security due to expensive operation of sea water desalination plants. The study was based on reviewing previous agricultural plans, approved agricultural policies, annual reports on agricultural production and its contribution to food security. A questionnaire to identify farmers' desire to change the agricultural pattern is conducted. Computerized irrigation model of FAO is built to calculate the optimal consumption of irrigation water. The study ensures that, many mechanisms could maximize the production of water unit in agriculture. For instance; rain-fed agriculture should be concentrated in the wet area of the northern Gaza Strip, where the Aridity Index- AI varies according to the geographical location and ranges from 0.16 to 0.3. According to the current practices, the area cultivated with field crops is the lowest 17% of the total agricultural land because it is not feasible in terms of irrigation. Moreover, a field experiment using the drip system to irrigate eggplant, potatoes, tomatoes, corn, pepper and squash was conducted. The production of water unit was increased significantly at $P < 0.05$ for potato (2.78%), tomato (3.79), corn (1.79) and pepper (6%). Based on the results of FAO-CROPWAT model for different areas in the Gaza Strip, the amount of water used by farmers exceeds the actual demand for irrigation. Treated wastewater is an alternative source of water for irrigation, which is estimated to be 58 million m³/ year, enough to irrigate fruit trees which constitute 49% of the total agricultural land in the Gaza Strip.

Keywords: Agricultural Production- Salinity- Irrigation- Gaza Strip- Desalination.

المقدمة

يمثل قطاع غزة جزء من الشريط الساحلي في الجنوب الغربي لفلسطين المحتلة حيث يمتد بين خطوط الطول "34°2" و"34°25" والعرض بين "31°16" و"31°45" (EPD, 1996). بلغ تعداد سكان قطاع غزة حتى نهاية عام 2017 حوالي 2 مليون نسمة على مساحة 365 كم² (PCBS, 2017) سمي قطاع غزة بهذا الاسم نظراً لضيق عرضه (12-6 كم) وطولة الذي يتراوح 45 كم. يحيط بقطاع غزة البحر الأبيض المتوسط من جهة الغرب وجمهورية مصر العربية من الجنوب ومن كلتا الجهتين الشمالية والشرقية أراضي فلسطين المحتلة.

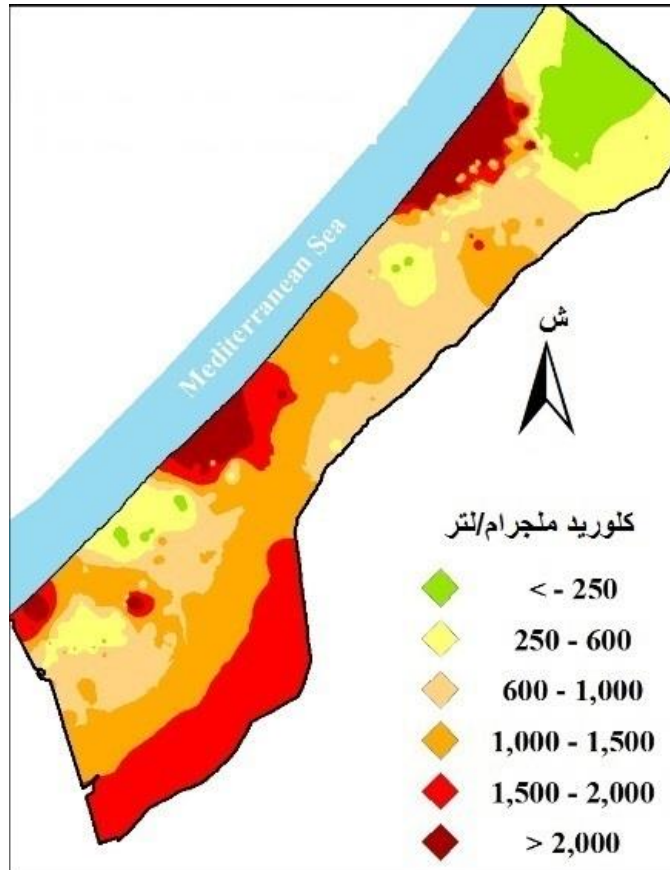
حصار، أزمة مياه، الجوع والبطالة كلها كلمات أصبحت ملازمة لقطاع غزة. حيث أن الظروف السياسية والجغرافية والديموغرافية والاقتصادية وكذلك عوامل محلية ودولية جعلت من الصعوبة الخروج من دائرة الفقر والبطالة، لذلك فإن سكان قطاع غزة يحاولون وجميع السبل الاستمرار في الحياة، فكانت الزراعة المكثفة التي تعتمد على الري أحد أهم المجالات لتوفير الغذاء وتحسين الدخل القومي إذ تشكل 32% من إجمالي الدخل بمساحة 164 كم² قابلة للزراعة موزعة على اللوزيات والحمضيات ودفينيات زراعية وبساتين والزيتون والمحاصيل البعلية (PCBS, 2016) كما هو موضح في الشكل (1). لقد أجمع الكثير من الباحثين بان استنزاف المصادر أكثر من المتوفر في قطاع غزة، على اعتبار أن الأراضي والمياه قد استهلكت جزئياً، بناء على تقرير الأمم المتحدة بعنوان "غزة 2020" فإن 95% من مصادر المياه ستصبح غير قابلة للاستعمال الادمي بحلول عام 2020 (Qahman, et al. 2009 Shomar, 2010; PWA, 2015;



شكل (1): توزيع المحاصيل الزراعية في قطاع غزة.

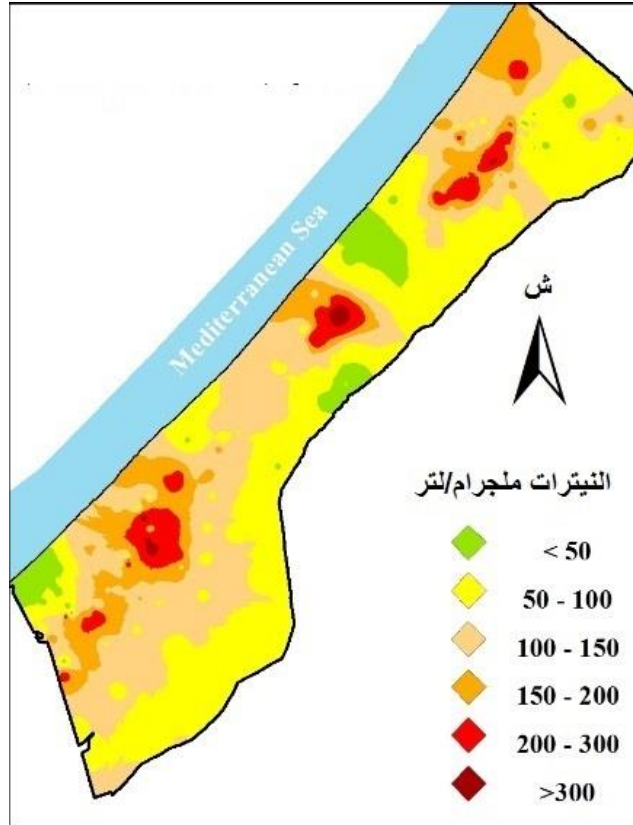
يعتبر الخزان الجوفي والذي يعاد حقنه من مياه الامطار المصدر الوحيد للمياه للاستخدامات المنزلية والزراعية والصناعية (Al-Najar, 2007; Hamdan, et Khalaf, et al.2006).
(al. 2007; Al Astal et al. 2015).

نظرا للازدياد المطرد للسكان بمعدل 3.5% والحاجة الملحة للمياه للأغراض المنزلية فان السحب الجائر من الخزان الجوفي أدى الى هبوط مستوى مياه والذي بدوره احدث خلل في التوازن مع مياه البحر ودخولها للخزان الجوفي مما أدى الى ارتفاع املاح الكلوريدات والتي وصلت الى أكثر من 2000 ملجم/ لتر علما بان الموصي به للشرب حسب منظمة الصحة العالمية 250 ملجم/ لتر (Al-Khatib & Al-Najar, 2011) انظر الشكل (2).



شكل (2): خارطة كنتورية لأملاح الكلوريدات في الخزان الجوفي.

لم يتوقف الأمر عند هذا الحد بل ان رغبة المزارعين في زيادة الانتاج الزراعي ليغطي احتياجات السوق دفعهم للاستخدام المفرط في المخصبات والمبيدات مما ادى الى تلوث الخزان بأملح النترات ايضا (Al-Najar *et al.* 2017) كما هو موضح في الشكل (3) حيث وصلت في بعض الابار الى 300 ملجم/ لتر علما بان الموصي به للشرب حسب منظمة الصحة العالمية 50 ملجم/ لتر.



شكل (3): خارطة كنتورية لأملح النترات في الخزان الجوفي.

السحب الجائر من الخزان للأغراض الزراعية يعود الى أن الري في قطاع غزة يعتمد على خبرة المزارع وتقدير الحاجة للري بالنظر الى شكل المحصول والاحوال الجوية لا على الحسابات والتجارب العملية من قبل المختصين. عالميا تعتبر الزراعة المستهلك الاساسي للمياه، من المعروف ان الانسان يحتاج الى 2 لتر يوميا للشرب لكن في المقابل يحتاج الى 3000 لتر لإنتاج ما يكفيه من الغذاء يوميا. على الرغم من أن 85% من مصادر المياه تذهب للزراعة في

منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إلا أن كفاءة استخدام المياه منخفضة بفعل الصرف والتبخر (Vital water graphics, 2008) كذلك ازدياد عدد السكان والتوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية تهدد الأمن الغذائي بالإضافة إلى أن مصادر المياه يتم توجيهها للاستخدامات الادمية. على سبيل المثال في غرب الولايات المتحدة الأمريكية سنة 2030 سيكون هناك زيادة سكانية تقدر بـ 33 مليون نسمة تحتاج إلى 30 مليار جالون إضافية من المياه في السنة (Western Governors' Association, 2006). في اليونان 80% من استعمالات المياه تذهب للقطاع الزراعي مع العلم أن الأراضي الزراعية في ازدياد مقابل توجيه مصادر المياه إلى الاستعمالات الادمية والصناعية نظراً لازدياد السكان. لم يقتصر الأمر على الدول المتقدمة بل الدول النامية اثيوبيا مثلاً زاد التعداد السكاني من 24 إلى 85 مليون نسمة خلال 30 عام إلى أن يصل إلى 145 مليون نسمة عام 2050 حيث يعتمد الاقتصاد على الزراعة الموسمية (Yihun, Yenesew 2015) في مصر ازاد التعداد السكاني من 38 إلى 91 مليون نسمة بين عامي 1977 و 2012. في حين تمثل الزراعة 15% من ناتج الدخل العام نجد أن القوى العاملة في الزراعة تشكل ما نسبته 32% من مجموع القوى العاملة (Abdel-Hafez, 2011). وفي شبه الصحراء الأفريقية يتم سحب المياه بمعدل 3% من المصادر المتاحة، علماً بأن معدل السحب يشكل 36% في اسيا و 51% في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. السودان من أكثر المستخدمين للمصادر المائية في شبه الصحراء الأفريقية إذ يبلغ معدل السحب 58% مقارنة مع جنوب أفريقيا 25% و زيمبابوي 21% وموريتانيا 14% بينما يبلغ السحب من المصادر المتاحة للمياه بغرض الزراعة في معظم دول وسط وغرب أفريقيا بأقل من 1% (FAO, 2011) علماً بأن السحب للري في قطاع غزة يعادل 150% من المصادر المتاحة لشحن الخزان الجوفي مما ادي لتداخل مياه البحر.

ادارة مصادر المياه للأغراض الزراعية تحتاج إلى ضوابط وتعليمات لتوجيه ممارسات المزارعين إلى تعظيم الناتج من استخدام المياه في الري وزيادة الكفاءة للحفاظ على مصادر المياه.

مبدرات وأهمية البحث

نظراً لارتفاع ملوحة المياه في الخزان الجوفي وعوامل أخرى أدت إلى التلوث فإن جميع العاملين وصناع القرار في قطاع المياه والزراعة أقرت بضرورة تحلية مياه البحر كبديل عن الخزان الجوفي ومن ثم تم الموافقة على إنشاء محطة تحلية لمياه البحر قبالة قطاع غزة بقدرته 55 مليون متر مكعب سنوياً حتى العام 2025 وبقدرة 120 مليون متر مكعب سنوياً حتى العام 2035 بتمويل من البنك الدولي وآخرين (PWA, 2016). بالتوازي فإن سلطة المياه الفلسطينية اعتمدت خطة استراتيجية لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لتغطية الاحتياجات الزراعية ولهذا الغرض تم التخطيط لإنشاء 3 محطات معالجة مركزية بقدرته كلية 58 مليون متر مكعب سنوياً قابلة للتوسعة والزيادة (السلطة الوطنية الفلسطينية، 2014). تحلية مياه البحر تعتمد على مصادر طاقة مرتفعة بالإضافة إلى معالجة المياه العادمة للأغراض الزراعية سيرفع من قيمة التكلفة للمتر المكعب (ماس، 2014) والذي بدوره سيؤثر على الإنتاج الزراعي والأمن الغذائي. لنجاح تلك الاستراتيجيات يجب أن تتزامن مع خطط زراعية واضحة و التوقف عن هدر المياه من خلال

انظمة ري فعالة وزيادة الناتج الزراعي مع تقنين استخدام المياه في الري لضمان الامن الغذائي بالتزامن مع الأمن المائي. والخطر من ذلك كله ان الممارسات الزراعية القائمة في قطاع غزة لازالت متأثرة نسبيا بالخطط الزراعية المعتمدة من قبل الاحتلال الاسرائيلي والتي تقوم على المحاصيل ذات الاستهلاك المائي الكبير. بالإضافة الى ان تلك المحاصيل لا تساهم في الأمن الغذائي مثل زراعة الفراولة وورود الزينة والتوابل... الخ. نظرا لكسب المزارع الفلسطيني الخبرة والاعتقاد على تلك الزراعات فان الاستمرار بزراعتها اخذ الطابع التقليدي علما بان الاحتلال اغلق الحدود مع قطاع غزة وفي كثير من الاحيان لا يسمح بتصدير تلك المنتجات من معابر قطاع غزة والتي يتحكم بها الاحتلال الاسرائيلي محدثا ازمة اقتصادية وخسائر فادحة بإغراق السوق المحلي بمنتجات لا تساهم في الامن الغذائي واستنزفت ايضا مصادر المياه.

بناء على ما سبق فان اهداف البحث تتلخص في الاتي:

- المساهمة في تحسين مصادر المياه كما ونوعا
- زيادة فعالية استخدام مياه الري لضمان الامن المائي والغذائي لسكان قطاع غزة
- التخلص من الموروث الزراعي المتأثر بالاحتلال والذي لا يأخذ بعين الاعتبار المصلحة الوطنية العليا بالحفاظ على المصادر المائية وزيادة الانتاج لتحقيق الاكتفاء الذاتي.
- المساهمة في خلق افكار بحثية في مجال الري الزراعي والانتاج

طريقة اجراء البحث

لتحقيق الهدف من الدراسة والوصول الى النتائج المرجوة فان الباحث اعتمد على الطرق العلمية الفاعلة في مثل تلك المواضيع وهي:

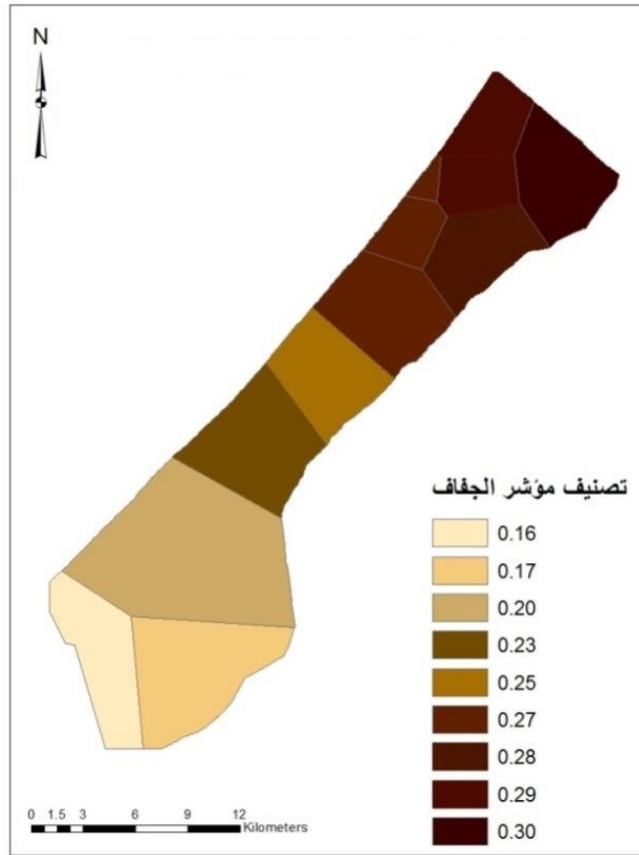
1. دراسة ميدانية للتحقق من الدراسات النظرية والخطط الزراعية ومدى تطبيقها من قبل المزارعين
2. تجربة حقلية لمقارنة انظمة الري المستخدمة (الري التقليدي) ومقارنتها احصائيا بمعاملات من الري بالتنقيط بواسطة برامج الاحصاء (One way ANOVA test at $P < 0.05$).
3. استبيان للتعرف على مدى رغبة المزارعين حول تغيير النمط الزراعي وزيادة فعالية الري وتعظيم الناتج الزراعي وكذلك النية في استخدام المياه العادمة المعالجة في الري حسب استراتيجيتية سلطة المياه الفلسطينية ووزارة الزراعة.
4. استخدام النماذج المحوسبة لمنظمة الاغذية والزراعة (FAO) لحساب الاستهلاك الأمثل لمياه الري لتعظيم الانتاج الزراعي لوحددة المياه المستخدمة في الري مع مراعاة جودة المياه المستخدمة كذلك مراجعة النتائج ومقارنتها بالممارسات الحالية للمزارعين في قطاع غزة.

النتائج والمناقشة

تقييم الممارسات الزراعية الحالية

تصنيف مؤشر الجفاف والزراعة البعلية/ المطرية

يعتمد جزء كبير من المحاصيل الزراعية على مياه الامطار في قطاع غزة حيث تصنف حسب المزارعين بالزراعة البعلية او المطرية لشح مصادر المياه الملائمة لبعض المحاصيل من حيث النوعية (المحتوى من الاملاح). لكن معظم الامطار في قطاع غزة محصورة في أشهر محددة من اكتوبر الى مارس (AI-Najar, 2007) وتختلف من عام لآخر تبعا لاختلاف كمية الأمطار اذ يتميز شتاء قطاع غزة بالتذبذب بين شتاء غزير وشتاء جاف في بعض الأحيان. عزي كثير من الباحثين هذا التذبذب الى التغيير المناخي الذي يؤثر على منطقة الشرق الاوسط وشمال افريقيا (AI-Najar & Ashour, 2013). ينتشر هذه النوع من الزراعة في المناطق الشرقية لقطاع غزة نظرا لعدم توفر المياه الجوفية الصالحة للري. من تلك المحاصيل القمح والشعير والاعلاف واعشاب الرعي للمواشي. على الرغم من محدودية مساحة قطاع غزة الى ان هناك اختلاف في الظروف المناخية وكمية الأمطار المسجلة من خلال 12 محطة أرصاد جوية موزعة على المساحة الكلية للقطاع. لذلك فان تصنيف مؤشر الجفاف (Aridity Indices- AI) مختلف من مكان لآخر في قطاع غزة والذي يتم حسابه من معدل تساقط الامطار السنوي (ملم) مقسوم على معدل النتح السنوي (ملم) (UNEP, 1997). الشكل 4 يوضح تصنيف مؤشر الجفاف حسب موقع جميع محطات الارصاد المنتشرة في قطاع غزة.



شكل (4): تصنيف مؤشر الجفاف في قطاع غزة.

من الملاحظ ان الجفاف يزداد كلما اتجهنا جنوبا بحيث يتراوح بين 0.16 الى 0.30 من الشمال الى الجنوب بالتتابع، أي ان المناطق الشمالية مناسبة أكثر للزراعة البعلية من المناطق الجنوبية على الرغم من أن الممارسات الزراعية الحالية عكس ذلك اذ تكثر الزراعة الشتوية في الجنوب والذي بدوره ادى الى حاجة المزارع للري خلال فصل الشتاء. على سبيل المثال يحتاج القمح الى 450 متر مكعب للدونم سنويا علما بان زراعته في شمال القطاع (الأقل جفاف حسب الشكل 4) سيحتاج الى نصف الكمية من مياه الري نظرا لغزارة الامطار مقارنة مع جنوب القطاع.

بشكل عام وحسب تصنيف UNEP, 1997 الموضح في الجدول 1 فان قطاع غزة يقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة مما يؤكد على اهمية الري لضمان الأمن الغذائي والذي يؤدي الى

استهلاك كميات كبيرة من المياه لصالح القطاع الزراعي ان لم يؤخذ بعين الاعتبار التوزيع الجغرافي للمحاصيل تبعاً مؤشر الجفاف.

جدول (1): تصنيف الجفاف حسب UNEP 1997.

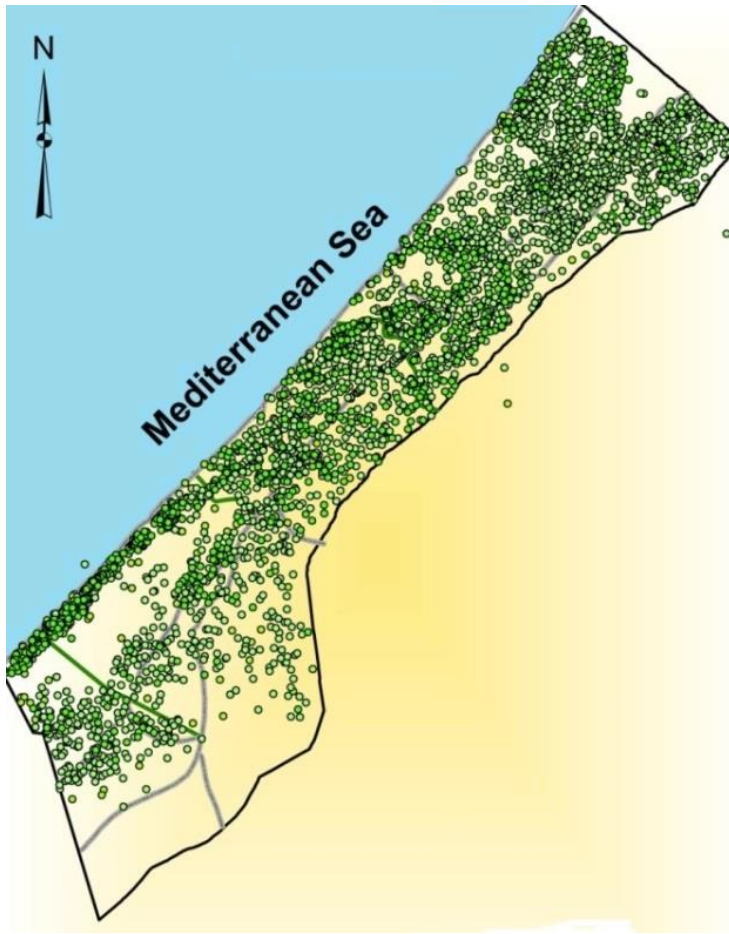
التصنيف	مؤشر الجفاف (AI)
جفافية عالية (Hyper arid)	$0.05 < AI < 0.2$
جاف (Arid)	$0.2 < AI < 0.5$
شبه حاف (Semi-Arid)	$0.05 < AI < 0.65$
جاف ومنخفض الرطوبة (Dry sub humid)	$0.05 < AI < 0.65$

تقدر كميات المياه المستخدمة في الري والانتاج الحيواني بحوالي 84 متر مكعب سنوياً إذ تشكل ما نسبته 150% من كميات المياه اللازمة للاستعمال الادمي والصناعي مما قد يؤثر على مصادر المياه والامن المائي. في قطاع غزة ما يزيد عن 4000 بئر جوفي ارتوازي تستخدم لأغراض الري منها ما هو مرخص من قبل وزارة الزراعة واخرى غير مرخصة والذي شكل بدوره استنزاف للخزان الجوفي وتلوثه (CMWU, 2016; PWA, 2012) انظر الشكل 5.

الجدوى الاقتصادية من مياه الري

أصبح من الواجب من خلال هذا البحث دراسة الجدوى وتأثير الممارسات الزراعية الحالية على الأمن المائي والغذائي لوضع تصور يزيد من كفاءة استخدام مياه الري وزيادة الانتاج. لهذا الغرض تم احتساب كلا من:

- الانتاج بالنسبة للوحدة المائية (Crop water Production- CWP)
- القيمة الانتاجية الاقتصادية لوحدة المياه (Crop Water Production- CWP Economy) حسب المعادلات التالية (Scheierling, 2014)
- الانتاج بالنسبة للوحدة المائية (كجم محصول/م³ مياه) = كمية الانتاج من المحصول (كجم) ÷ كمية مياه الري (م³). ----- (1)
- القيمة الانتاجية الاقتصادية لوحدة المياه (\$/م³) = ثمن كمية المحصول المنتجة (\$) ÷ كمية مياه الري المستخدمة (م³). ----- (2)



شكل (5): توزيع الابار الزراعية.

حسب التقرير السنوي للإدارة العامة للإرشاد و التنمية الريفية في وزارة الزراعة (وزارة الزراعة الفلسطينية، 2016) وباستخدام المعادلة 1 و 2 فإن المتر المكعب من مياه الري ينتج 0.9 كجم من القمح أي ان العائد المالي من المتر المكعب مياه يساوي 0.3 دولار علما بأن سعر المتر المكعب من المياه للمزارعين يقدر بحوالي 0.4 دولار. من الواضح أن سعر بيع المحصول لا يفي بسعر المياه المستخدمة في الري. لكن أغلب المزارعين يستخدم مياه الخزان الجوفي بشكل غير شرعي (إبار غير مرخصة) لذلك لا يشعر المزارع بالخسارة نظرا لكونه لا يدفع ثمن المياه. بالقياس يمكن الاستنتاج بأن أفضل المحاصيل من ناحية جدوى استخدام المياه في الري هي المحاصيل التي تزيد فيها القيمة الانتاجية الاقتصادية عن 0.4\$/م³ وهي السعر الحقيقي للمتر

المكعب. وعليه فإن زراعة القمح فيها اهدار للمياه وتهدد الأمن المائي ان استمر الحال بهذا الشكل. أما الفاصوليا فان القيمة الانتاجية الاقتصادية (6.5 \$/م³ مياه ري) يتبعها اللوبيا (3.5 \$/م³ مياه ري) تخطت سعر تكلفة المياه. نظرا لأهمية المحاصيل الحقلية للأمن الغذائي لكونها قابلة للتخزين لفترات طويلة فان الاستغناء عنها نظرا لعدم جدوى استخدام المياه غير ممكن بل يجب زيادة انتاجية المتر المكعب من مياه الري باتباع اسلوب الري الحديث (الري بالتنقيط) وكذلك تغيير مكان وموسم الزراعة. التركيز على القمح الشتوي (أكتوبر حتى ابريل) والزراعة في المناطق الشمالية من قطاع غزة نظرا لمعامل الجفاف (الشكل 4) وايضا ينصح بنوعية varieties قابلة للزراعة في المناطق شبه الجافة بإنتاجية معقولة اسوه بالدول المجاورة كالأردن إذ تمكن الباحثون من اختبار صنف من القمح يتعايش مع الجفاف بإنتاجية تضاهي الاصناف المروية (Abdel-Ghani, 2013).

على الرغم من ارتفاع القيمة الانتاجية للمتر المكعب من مياه الري، إلا أن استهلاك المياه لا زال مرتفعا وذلك لاعتماد المزارعين على الزراعة المكثفة في جميع فصول السنة ما بين الزراعة المكشوفة في الصيف وزراعة الدفيئات الزراعية فصل الشتاء. بينما القيمة الانتاجية الاقتصادية م³ مياه (\$/م³) تفوق سعر المتر المكعب من المياه (0.4 دولار) لجميع الخضروات والتي تتراوح بين 2.4 و 11.8. وهذا يؤكد ارتفاع أسعار الخضروات في السوق المحلية نظرا لتصديرها الى الخارج والذي بدوره يؤدي الى عدم تمكن الأسر الفقيرة من الوصول الى بعض الاصناف من الخضروات. على الرغم من ارتفاع القيمة الانتاجية للمتر المكعب من مياه الري إلا أن زراعة الخضروات تشكل المستهلك الرئيسي للمياه وذلك نظرا لكبر المساحة المزروعة بالخضروات في قطاع غزة والتي تمثل 34% من مساحة الأراضي الزراعية في قطاع غزة. علما بأن تلك المساحة يتم زراعتها من 2 الى 3 مرات سنويا (وزارة الزراعة الفلسطينية، 2016).

من الجدير ذكره أن مناطق المستوطنات المخلاه من قبل الاحتلال عام 2005 هي أراضي حكومية لا تتبع ملكية خاصة وتشرف عليها السلطة الفلسطينية في قطاع غزة وبالتالي يمكن أن تعتبر السلة الغذائية لسكان قطاع غزة. إذ تقدر مساحتها ما يزيد عن 30% من مساحة قطاع غزة متضمنا المناطق الحدودية والأمنية. نسبة عالية من تلك المساحة استخدمها الاحتلال بعد استصلاحها للأغراض الزراعية ولكن تبعا لمصالحه لذلك يتوجب على وزارة الزراعة الفلسطينية بالتعاون مع الجهات المعنية كسلطة المياه ووزارة الحكم المحلي وسلطة الأراضي إعادة تخطيط النمط الزراعي بما يتماشى مع الأمن الغذائي والمائي لسكان القطاع. طبيعة ملكية الأرض العامة للمستوطنات تجعل من تغيير النمط الزراعي أمر سهل بحيث يكون هناك مراجعة شاملة للسياسات الزراعية في قطاع غزة بما في ذلك الملكيات الخاصة لتحقيق التكامل في الاحتياجات الغذائية دون ان يكون هناك فائض في محاصيل على حساب الأخرى. كما ان الفرصة سانحة لتطبيق التجارب الزراعية لتحديد الاحتياجات المائية المثلى للري في تلك المناطق وتطبيقها على جميع مناطق قطاع غزة الزراعية للحد من هدر المياه في القطاع الزراعي وتوفيرها للاحتياجات الأدمية نظرا لنوعيتها الجيدة والملائمة للشرب لتحقيق الأمن المائي بعدما تبين للعديد من الباحثين انتشار

الأمراض المتعلقة بتلوث المياه بين سكان قطاع غزة وخاصة الجنوبية لارتفاع نسبة النترات وكذلك التلوث البيولوجي البكتيري الممرض (Mohd (Abu Jabal, 2017).

سبل تعظيم القيمة الانتاجية لوحددة المياه

أثر أنظمة الري الحديثة على الانتاجية لوحددة المياه

من الواضح أن الكثير من المحاصيل الحقلية في قطاع غزة لها قيمة انتاجية اقتصادية متدنية وذلك بسبب المبالغة في استخدام مياه الري دون الزيادة في الانتاج، مما يعني إمكانية الوصول الى أعلى قيمة انتاجية بكمية مياه أقل. لهذا الغرض ومن اجل الوصول الى كمية المياه المثلى للإنتاج ومن خلال مركز بحوث ودراسات الأرض والانسان تم القيام بتجربة حقلية استخدم فيها العديد من الخضروات الأكثر استهلاكاً في قطاع غزة مثل الباذنجان، البطاطس، البندورة، الذرة، الفلفل والكوسا. حيث تم زراعة منطقتين متجاورتين من نفس المحصول (ثبات نوع التربة والظروف المناخية) الأولى استخدم فيها نظام الري بالتنقيط وتم متابعة الري طوال موسم الزراعة في حين تركت المساحة الأخرى لاستخدام الري التقليدي بواسطة المزارع وفي كل حالة تم تحديد كمية مياه الري (ARIJ, 2015). من الواضح حسب جدول 2 ان الانتاج بالنسبة لوحددة المياه ازيد بشكل ملحوظ في كل من الفلفل و الطماطم و البطاطس و الذرة و الكوسا و الباذنجان بما نسبته 6، 3.97، 2.78، 1.79، 0.91 و 0.46% بالتتابع نتيجة لاختلاف نظام الري بالنسبة للمحصول الواحد علماً بأن تلك الزيادة كانت معنوية عند $P < 0.05$ في حالة البطاطا و البندورة و الذرة و الفلفل. هذا يؤكد بأن هناك افراط في ري الفلفل و الطماطم و البطاطس بشكل ملحوظ.

تبلغ المساحة المزروعة بالخضروات في قطاع غزة حوالي 80 ألف دونم. الحسابات الواردة في الجدول 2 لدونم واحد فقط مما يعني توفير 6% من مياه الري لحوالي 80 ألف دونم حيث تقدر الكمية المهذورة بحوالي 26 متر مكعب للدونم في حال زراعة الفلفل و 7 متر مكعب للدونم حال زراعة الباذنجان وهي أصغر قيمة مهذورة من مياه الري. من هنا يجب التأكيد ومن خلال التجارب الحقلية لتحديد القيمة المثلى من مياه الري والتي تتماشى مع اكبر قيمة انتاجية للمحصول لجميع محاصيل قطاع غزة المرورية.

جدول (2): مقارنة نتائج الزراعة (الانتاجية بالنسبة للوحدة المائية المستخدمة في الري) حسب الممارسات الحالية (الري التقليدي) مع نتائج الزراعة باستخدام أنظمة الري الحديثة (الري بالتنقيط).

المحصول	نظام الري بالتنقيط			نظام الري التقليدي		
	الانتاج بالنسبة للوحدة المائية (%)	استهلاك المياه (3م ³ / دونم)	كمية الانتاج (طن / دونم)	الانتاج بالنسبة للوحدة المائية (كجم / 3م ³)	استهلاك المياه (3م ³ / دونم)	كمية الانتاج (طن / دونم)
الباذنجان	0.46	2.8 ⁽¹⁾	358.0	2.3 ⁽¹⁾	365.0	0.85
البطاطا	2.78	14.7 ⁽²⁾	196.9	11.9 ⁽¹⁾	200.0	2.38
البندورة/ الطماطم	3.97	13.4 ⁽²⁾	311.7	9.4 ⁽¹⁾	315.7	2.98
الذرة	1.79	5.3 ⁽²⁾	371.0	3.5 ⁽¹⁾	397.2	1.41
الفلفل	6.00	15.1 ⁽²⁾	91.0	9.1 ⁽¹⁾	117.0	1.06
الكوسا	0.91	6.9 ⁽¹⁾	287.1	6.0 ⁽¹⁾	317.0	1.91

تمثل النتائج في الجدول معدل الانتاج بالنسبة للوحدة المائية لثلاث مكررات لكل محصول بنظام الري التقليدي ونظام الري بالتنقيط. اختلاف الأحرف فوق المعدلات يدل على فرق معنوي عند (P < 0.05).

أثر اصناف المحصول الواحد على الانتاجية لوحدة المياه

في تجربة مشاهدة حقلية تم اختبار اصناف من القمح المحلي منها اليوفال وانبار وديبة واربال واميت وهي اصناف من القمح الشتوي التي تزرع في قطاع غزة. لقد تم زراعة جميع الاصناف الخمسة في نفس المنطقة وتم معاملتها من ناحية مخصبات ومبيدات بنفس الطريقة علما بأنها اصناف شتوية لم يتم ربيها. لقد كانت الإنتاجية للدونم الواحد متفاوتة من تلك الأصناف لكن تعذر نشر النتائج لعدم وجود مكررات من المعاملات والتأكد من ان الفروقات معنوية احصائياً.

في تجربة حقلية استكشافية اخرى للمشاهدة تم اختبار انتاجية الصنف يوفال في مناطق مختلفة من حيث المناخ والتربة فكانت النتائج كالتالي 347 كجم و 418 كجم و 313 كجم و 440 كجم للدونم في كلا من القرارة وعيسان وخزاعة والفخاري بالتتابع. كذلك زراعة الشعير أعطت انتاجية مختلفة باختلاف المنطقة الجغرافية على سبيل المثال كانت نتائج زراعة صنف من الشعير في القرارة وعيسان وخزاعة والفخاري والشوكة على النحو التالي 301 كجم و 369 كجم و 527 كجم و 210 كجم و 231 كجم للدونم بالتتابع. من الملاحظ أن إنتاجية صنف معين تختلف من منطقة

جغرافية الى أخرى وذلك لاختلاف الظروف المناخية ونوع التربة. يوصى في هذا المقام التذكير بأن تلك التجارب يجب ان ترتقي من تجارب استكشافية للمشاهدة الى تجارب يمكن عمل مكررات منها ليتم التأكد من نتائجها احصائيا بشكل يسمح باعتمادها بشكل علمي موثوق. لمزيد من المعلومات حول تفاصيل التجارب الحقلية (ARIJ, 2015) بناء على ما سبق من نتائج ولزيادة فعالية وجدوي كميات الري يجب مراجعة جميع اصناف المحاصيل الزراعية في قطاع غزة وانتخاب الاصناف الاكثر انتاجية في ظروف القطاع وكذلك المناطق الجغرافية الأكثر ملاءمة.

استخدام المياه العادمة المعالجة في الري لزيادة الانتاجية

لقد شكلت مشكلة المياه في قطاع غزة المعضلة الاساسية لضمان استقرار الوضع الجيوسياسي للسلطة الفلسطينية لذلك ومنذ اللحظة الأولى لقيام السلطة الفلسطينية توالى القوانين والتشريعات لضمان الأمن المائي لجميع مناحي الحياة. من خلال البحث الحالي تم مراجعة تلك القوانين والتشريعات للتعرف على الخطط المقترحة للتعاطي مع القطاع الزراعي (PWA, 2017) حسب التسلسل التالي:

- القانون الزراعي الفلسطيني 2002 مادة 11 : يحظر تجريف الأراضي الزراعية و البور أو نقل الأتربة منها أو إليها مالم يكن ذلك لأغراض تحسينها زراعيًا أو المحافظة على خصوبتها. مادة 27: لا يجوز صدور رخصة صناعة المخصبات الزراعية أو رخصة استيرادها أو تجهيزها أو عرضها للبيع أو بيعها إلا بعد موافقة الجهات المختصة في وزارة الزراعة.
- القانون الزراعي رقم 2003/2 والذي أوضح المسؤولية المشتركة لسلطة المياه على مياه الري الزراعي
- قانون الصحة العامة رقم 2004/20 بخصوص نوعية المياه واعادة استخدام المياه المعالجة
- قانون المياه رقم 14 / 2014 والذي يهدف الى تحسين ادارة المياه وتطوير مصادر المياه الفلسطينية.

يتضح من تسلسل القوانين واللوائح النية الجادة لدى السلطة الفلسطينية لاستخدام مصادر المياه بفعالية سواء للإنتاج الزراعي من خلال تعظيم العائد الانتاجي للمياه او من خلال اعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري، مع الحفاظ على سلامة المزارع والمنتجات الزراعية من التلوث. محطات المعالجة القائمة في أغلب الاحيان لا تتسع لكميات المياه العادمة المتدفقة كذلك تعمل بأنظمة قديمة لا تفي بمتطلبات إعادة الاستخدام في الزراعة. نظرا لمواقع محطات المعالجة الحالية غير الملائم من ناحية بيئية، فقد تم البدء بإنشاء ثلاثة محطات معالجة مركزية في المناطق الشرقية للقطاع تعمل ضمن أنظمة معالجة حديثة، وصممت لإنتاج مياه عادمة معالجة تفي بمتطلبات إعادة الاستخدام حسب المعايير الفلسطينية لإعادة استخدام المياه العادمة ضمن استراتيجية سلطة المياه الفلسطينية لتطوير مصادر المياه (الحكومة الفلسطينية، 2014). إلا أن المياه العادمة المعالجة لازالت تعاني من ارتفاع الملوحة والتي سوف تنتهي باستخدام محطات تحلية مياه البحر للاستخدامات الادمية. لقد تم الانتهاء من تصميم محطة تحلية لمياه البحر

بقدره 60 مليون متر مكعب سنويا كمرحلة أولى على ان تتضاعف الكمية في المرحلة الثانية (PWA & CMWU, 2014) لكي يتوقف السحب من الخزان الجوفي الذي يعاني من انخفاض مستواه وتداخل مياه البحر. هذا التحسن في درجة ملوحة المياه للاستهلاك الادمي سينعكس على المياه العادمة من حيث التركيبة الكيميائية والملوحة بشكل خاص. الشكل 6 توضح المواقع الجديدة لمحطات المعالجة المركزية الثلاث والأنبوب الواصل بينهما لنقل المياه العادمة المعالجة الى أماكن الزراعة حسب الحاجة. وكذلك المناطق الزراعية المرشحة للري بالمياه العادمة المعالجة علما بان الطاقة الانتاجية لمحطة معالجة الشمال تبلغ 18 الف متر مكعب يوميا بينما محطة معالجة غزة والمنطقة الوسطى 120 الف متر مكعب يوميا أما محطة معالجة الجنوب ورفح بطاقة انتاجية 20 الف متر مكعب يوميا أي ما يعادل 58 مليون متر مكعب سنويا بما يكفي لري حوالي 72 الف دونم من الأشجار الدائمة كالفواكه والزيتون علما بان تلك الكمية مرشحة لزيادة نظرا لازدياد تعداد السكان الذي ينتج عنه زيادة في كمية المياه العادمة. من الملاحظ ان كمية المياه العادمة المعالجة سوف تفي بمعظم احتياجات الري لأشجار الفواكه المزروعة على 80 الف دونم حاليا. لقد تم اختيار الأشجار العالية كالفواكه للري بالمياه العادمة المعالجة نظرا لأنها بحاجة الي معايير أقل صرامة من المعايير المطلوبة للخضروات حسب المعايير الفلسطينية لإعادة استخدام المياه العادمة (سلطة جودة البيئة الفلسطينية 2014). في النهاية فان استخدام المياه العادمة في الزراعة قد يوفر حوالي 58 مليون متر مكعب من المياه الصالحة للشرب من الخزان الجوفي او الناتجة من محطات تحلية مياه البحر للأغراض الادمية وبدورة سوف ينعكس على الانتاجية للوحدة المائية في الزراعة بدلا من هدر هذه الكميات في البحر كما هو معمول به حاليا.

استخدام المياه العادمة في الري ليست بالسياسة الجديدة في منطقة الشرق الأوسط والدول المجاورة لفلسطين مثل الأردن. حسب وزارة المياه الاردنية هناك حوالي 122 مليون متر مكعب تنتج من 27 محطة معالجة مياه عادمة منها 115 مليون متر مكعب تستخدم في ري المحاصيل الزراعية. كذلك حدث تحسن ملحوظ في الانتاجية للوحدة المائية في السنوات بين 1987 حتى 2014 حيث تم الحفاظ على كمية الانتاج الزراعي بكمية مياه ري تقل بما نسبته 30% عن الكميات المعتادة (Hana, 2016).

ولدراسة مدى تقبل المزارعين والعوامل المؤثرة حول نية المزارعين لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، أجرى الباحث زيارات ميدانية (استبيان) بالتعاون مع دائرة المصادر المائية في سلطة المياه وبدعم من المركز الدولي لأبحاث الزراعة في المناطق الجافة (ICARDA) للمزارعين الذين سبق لهم ان استخدموا المياه العادمة من خلال بعض الدراسات النموذجية حيث بلغ عدد الاستبيانات الموزعة 100 استبيان. لقد اخذت الدراسة مساحة المزرعة ونوع المحاصيل ووجود مصادر مياه للري وتوفرها و تقبل ونية المزارع لدفع ثمن المياه العادمة المعالجة المستخدمة.



شكل (6): محطات المعالجة المركزية والمناطق الزراعية المرشحة للري بالمياه العادمة المعالجة.

معظم المزارعين 88% لديهم دخل يقل عن 300 دولار شهريا وحوالي 92% منهم ليس لديه عمل اخر سوى الزراعة بينما 84% منهم لا يتعدى تعليمه الثانوية العامة. معظم المزارعين 92% ينتمون لجمعيات زراعية تعنى بإعادة استخدام المياه العادمة في الزراعة. وحول مساحة المزرعة فان معظم مساحة المزارع المملوكة للمزارع الواحد حوالي 4.4 دونم بينما 18% منهم مساحته تزيد عن 6 دونمات. معظم المزارع من الجوافة والنخيل والليمون والزيتون.

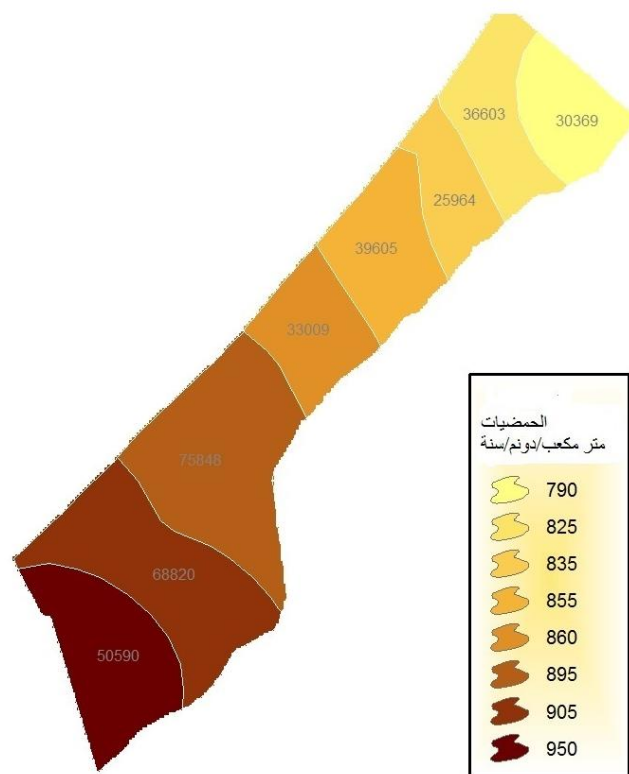
حول مصادر المياه المستخدمة الحالية لدي المزارعين تبين ان 90% منهم يستخدم الابار الجوفية الخاصة منها 47% ابار ارتوازية سطحية و 53% ابار جوفية عميقة. أما حول كمية المياه المستخدمة فان 53% من المزارعين يستخدم ما يزيد عن 10 متر مكعب يوميا. حوالي

47% من المزارعين يستخدم ايضا المياه المعالجة في الري بمعدل 4.7 متر مكعب يوميا. معظم المزارعين يستخدم نظام الري بالتنقيط سواء المياه الجوفية أو المياه العادمة المعالجة.

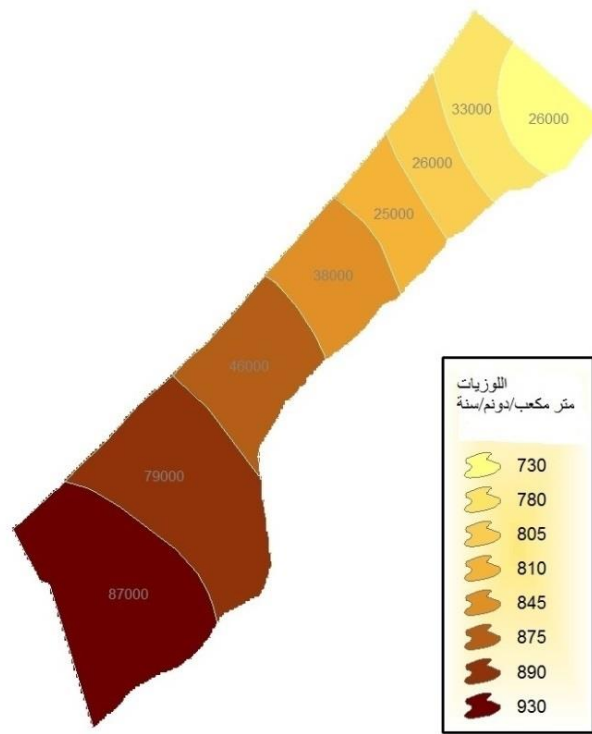
معظم المزارعين من ذوي الدخل المحدود ابدوا رغبة شديدة في استخدام المياه العادمة في الري كذلك دفع ثمن المياه بشرط ان يكون اقل سعرا من المياه الجوفية. المزارعون الذين استخدموا المياه العادمة المعالجة في الري لم يواجهوا مشكلة في الانتاج او حتى في تسويق المنتج في السوق المحلية نتيجة استخدام المياه العادمة. جدير بالذكر ان 48% من المزارعين الذين يستخدمون المياه العادمة المعالجة في الري قد تلقوا تدريباً وارشاداً من خلال الجمعيات الزراعية التي ينتمون اليها.

أهمية نموذج FAO-CROPWAT المحوسب على زيادة فعالية مياه الري

نظرا لكون الواقع الزراعي يعتمد على الخبرة المكتسبة عبر الأجيال فان ري محصول معين في جميع انحاء قطاع غزة يأخذ نفس كمية المياه الموزعة على الموسم الزراعي. الا ان الواقع الجغرافي واختلاف نوع التربة يحتم الاختلاف في كميات الري. كما هو ايضا موضع في الشكل 2 حيث اختلاف تصنيف مؤشر الجفاف يعني بوضوح اختلاف كميات الري لنفس المحصول من منطقة الى اخرى. من اجل ذلك تم ادخال المعطيات من 12 محطة ارساد جوية منتشرة في قطاع غزة الى نموذج Cropwat المعد مسبقا من منظمة الاغذية والزراعة FAO مع تحديد معامل المحصول (Crop coefficient) على اربع مراحل من النمو لحساب متطلبات الري للمحصول حسب المنطقة الزراعية. للاطلاع على بناء النموذج المحوسب والمعطيات المدخلة، انظر المرجع (Al-Najar, 2011). للتحقق من النتائج تم مقارنة الاحتياجات المائية للمحصول من نتائج النموذج مع كميات الري المقدمة من المزارعين، فتبين ان هناك فروقات تصل الى 30% زيادة عن المتطلب المائي للمحصول من نتائج النموذج اضافة الى الفروقات المتباينة بين المتطلب المائي لنفس المحصول حسب نوع التربة والمنطقة الجغرافية. لقد ظهر الاختلاف في الاحتياجات المائية للحمضيات حيث تتراوح بين 790 و 950 متر مكعب لكل دونم سنويا علما بان المزارعين يستخدمون ما يقارب من 1000 متر مكعب/ دونم / سنويا في جميع المناطق انظر الشكل 7. بينما اللوزيات فتتراوح الحاجة للري بين 730 و 930 متر مكعب للدونم سنويا مع مراعاة نوعية المياه في حالة اللوزيات الحساسة للملوحة (الشكل 8).



شكل (7): كميات ري الحمضيات حسب المناطق الجغرافية ونوع التربة.



شكل (8): الاحتياجات المائية لري اللوزيات حسب المناطق الجغرافية ونوع التربة.

الاستنتاج من البحث

- من أجل الحفاظ على مصادر المياه وتعظيم الانتاج الزراعي بالنسبة لوحدية المياه المستخدمة في الري يمكن تغيير النمط الزراعي وتقنية الري بناء على نتائج الدراسة على النحو التالي:
- من خلال تجربة حقلية استخدم فيها العديد من الخضروات الأكثر استهلاكاً في قطاع غزة مثل الباذنجان، البطاطس، الطماطم، الذرة، الفلفل والكوسا. وجد ان الانتاج بالنسبة لوحدية المياه ازداد عندما استخدم نظام الري بالتنقيط بالمقارنة مع انظمة الري التقليدية المتبعة.
 - لقد اتضح من خلال نموذج منظمة الاغذية والزراعة (FAO) بعد ادخال المعطيات الخاصة لمناطق مختلفة بقطاع غزة أن كميات المياه المستخدمة بواسطة المزارعين تفوق الحاجة الحقيقية للري. لذلك يتوجب على الجهات المعنية محاصصة المياه حسب المساحة المزروعة

ونوع المحاصيل و استخدام اجهزة قياس رطوبة التربة (Tensiometer) لزيادة فعالية الري.

– اعتماد المياه العادمة المعالجة مصدر بديل لمياه الخزان الجوفي المستخدم حاليا في الري والتي تقدر بحوالي 58 مليون متر مكعب سنويا تقي تماما باحتياجات الري لأشجار الفواكه اذ تعتبر المساحة المزروعة بالفواكه أعلى نسبة 49 % من مجموع الاراضي الزراعية في قطاع غزة علما بأن ملوحة المياه العادمة سوف تتحسن نتيجة التحسن من المصدر وذلك لتحلية مياه البحر كمصدر للاستعمالات المنزلية.

شكر وتقدير

يتقدم الباحث بجزيل الشكر والعرفان للإخوة المهندسين في وزارة الزراعة وسلطة المياه الفلسطينية وسلطة جودة البيئة لما قدموه من مساعدة في الحصول على النتائج المرجوة من الدراسة. كذلك جزيل الشكر والعرفان للقائمين على مركز بحوث ودراسات الارض والانسان لما قدموه من مساعدة في الحصول على نتائج التجارب الحقلية.

References (Arabic & English)

- Abdel-Ghani, A. H. (2013). Response of barely varieties to drought stress imposed at different developmental stages. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 9. pp. 507-524.
- Abdel-Hafez, S. A. (2011). *Opportunities and challenges in the old lands of Egypt*. Background paper for the Egypt-Australia-ICARDA workshop on on-farm water-use efficiency, 26-29 July 2011, Cairo, Egypt.
- Alastal, KM. Alagha, JS. Abuhabib, AA. Ababou, R. (2015). Groundwater quality assessment using water quality index (WQI) approach: Gaza Coastal Aquifer Case Study. *J Eng Res Tech* 2(1):80–86
- Al-Khatib, M. & Al-Najar, H. (2011). Hydro-geo-chemical characteristics of groundwater beneath the Gaza Strip. *Journal of Water Resources and Protection*. 3 (5): 341-348.
- Al-Najar H. (2011). *The integration of FAO-CropWat model and GIS techniques for estimating irrigation water requirement and its application in the Gaza Strip*. Natural Resources. 2011, 2, 146- 154.

- Al-Najar, H. & Ashour, E. (2013). The impact of climate change and soil salinity in irrigation water demand on the Gaza Strip. *Journal of water and climate change*. 4 (2): 118- 130.
- Al-Najar, H. (2007). Urban Agriculture and Eco-Sanitation: The Strategic Potential toward Poverty Alleviation in the Gaza Strip. *Royal Institution of Chartered Surveyors Research*, Vol. 7, No. 7, 2007, pp. 9-22.
- Al-Najar, H. Al-Dalou, F. Snounu, I. & Al-Dadah, J. (2014). Framework Analysis of Socio-Economic and Health Aspects of Nitrate Pollution from Urban Agricultural Practices: The Gaza Strip as a case Study. *Journal of agriculture and environmental sciences*. Vol.3 (2): 355-370.
- Coastal Municipal Water Utility CMWU. (2016). *Water and wastewater situation in the Gaza Strip - Summary about Water and Wastewater Situation in Gaza Strip*.
- EPD-Environmental Planning Directorate. (1996). Policy Direction in Groundwater Protection and Pollution Control. *The Palestinian Authority Ministry of Planning and International Cooperation*. Gaza
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. (2011). AquaStat. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html.
- Hamdan, S. Uwe Troeger & Abelmajid, Nassar. (2007). Stormwater availability in the Gaza Strip, Palestine. *Int. J. Environment and Health*, Vol. 1, No. 4: 580-594.
- Hana Namrouqa. (2017). Jordan can reduce agricultural water use by a third, research finds. *The Jordan Times magazine*. Issue March 7, 2017.
- Khalaf, A. Al-Najar, H. M. & Hamad, J. T. (2006). Assessment of Rainwater Run off Due to the Proposed Regional Plan in the Gaza Governorates, *Journal of Applied Sciences*, Vol. 6, No. 13, pp. 2693-2704. doi:10.3923/jas.2006.2693.2704.

- Mohd, S. Abu Jabal, Ismail Abustan, Mohd Remy Rozaimy and Hussam El Najar. (2017). Groundwater beneath the urban area of Khan Younis City, southern Gaza Strip (Palestine): assessment for multi-domestic purposes. *Arab J Geosci* 10: 257 pp 1-15.
- Palestinian Central Bureau of Statistics, PCBS. (2016). *Statistic Brief (Population, Housing and Establishment Census)*, Palestinian National Authority, Gaza, Palestine.
- Palestinian Water Authority. (2012). *Salinity Management in Agriculture Problems, Impacts, and Lessons learned from Gaza Strip*. PWA Library, Gaza
- Palestinian Water Authority. (2015). *Evaluation of water resources in the five Governorates of Gaza Strip*. Water resources planning directorate.
- Palestinian Water Authority (PWA). (2017). *Gaza Sustainable Water Supply Program. Project Implementation Consultant for Associated Works to Gaza Desalination Plant*. Preliminary social and impact assessment ESIA Report.
- Palestinian Water Authority. (2016). *Middle area desalination plant expansion, Gaza blending tanks, and network improvements*. Environmental Assessment Report.
- PWA & CMWU, “Gaza Water Supply and Sewage System Improvement Project (GWSSSIP): Annual report 2013”, January 2014
- Qahman, Abdelkader Larabi, Driss Ouazar, Ahmed Naji, Alexander H.-D. Cheng (2009). Optimal Extraction of Groundwater in Gaza Coastal Aquifer. *J. Water Resource and Protection*, 4, 249-259
- Scheierling SM, Treguer DO, Booker JF, Decker E. (2014). *How to assess agricultural water productivity? looking for water in the agricultural productivity and efficiency literature*. Looking for Water in the Agricultural Productivity and Efficiency Literature (July 1, 2014). World Bank Policy Research Working Paper, (6982)

- Shomar, B. (2010). *Groundwater contaminations and health perspectives in developing world case study: Gaza Strip*. Environ Geochem Health, 11 June 2010.
- The Applied Research Institute – Jerusalem (ARIJ). (2015). *Strengthening Livelihoods through Community Adaptation and Learning (SLCAL)*. By Earth and Human Center for researches and studies (EHCRS) in Gaza strip. Annual Report. 2015 Jerusalem.
- UNEP (United Nations Environment Programme), (1997). *World atlas of desertification 2ED*. UNEP, London
- Vital Water Graphics. *An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters - 2nd Edition – 2008*
- Western Governors' Association. (2006). *Annual Report: Building a Sustainable West*. Denver, CO.
<http://www.westgov.org/wga/publicat/annrpt06.pdf>.
- Yenesew Yihun. (2015). *Agricultural water productivity optimization in a water scarce semi-arid region of Ethiopia*. PH.D thesis. Wageningen University. CRC Press/Balkema is an imprint of the Taylor & Francis Group
- Palestinian Government (2014). *The national strategy for water and sanitation in Palestine. Toward establishment of Palestinian state from water prospective*.
- Environmental Quality Authority (2014). *Physical, chemical and biological standards for the reuse of treated wastewater effluent in irrigation and groundwater recharge*.
- Palestinian research Institute of economic policy ماس (2014). *Water Tariff system in Palestine between economical efficacy and social justice*. Jerusalem- Palestine. ISBN 978-9950-374-37-9
- Ministry of Agriculture (2016). *Annual Report of the General Directorate for Guidance and Rural Development for the period 1/1/2016 to 30/12/2016*. Gaza- Palestine.