PN-ACJ-989

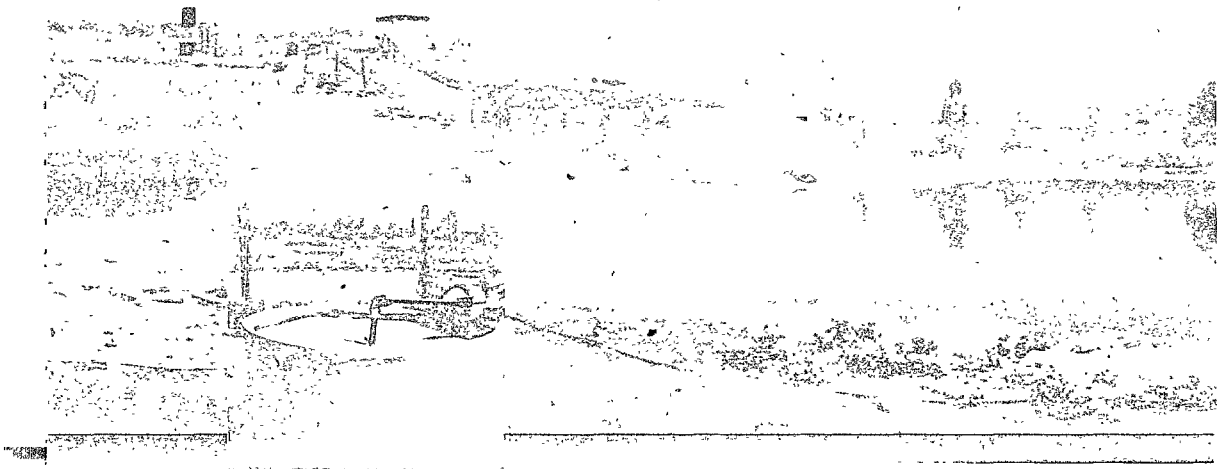
The Galilee Society
The Arab National Society
for Health Research & Services

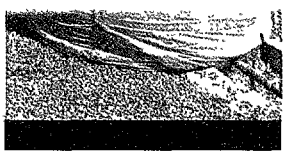
Palestinian
Hydrology Group
(PHG)

Egyptian Center of
Organic Agriculture
(ECOA)

The Technion,
Israel Institute
of Technology

The Appropriate Technology Consortium





The Wastewater Treatment Pilot Site

Sakhnin

Promoting Sustainable Agricultural Development in the Middle East

The Wastewater Treatment Pilot Site

Sakhnin

A project of
The Appropriate Technology Consortium
(ATC)

The Galilee Society:
The Arab National Society for Health Research & Services (GS)

Palestinian Hydrology Group (PHG)

Egyptian Center of Organic Agriculture (ECOA)

The Technion, Israel Institute of Technology

Authors:
Dr. Isam Sabbah, ATC Project Manager, The Galilee Society
Laura DeKock, ATC Project Assistant, The Galilee Society

The Appropriate Technology Consortium Partners:

Leading Institutions:	The Galilee Society (Israel)
	The Palestinian Hydrology Group (West Bank)
	The Egyptian Center of Organic Agriculture (Egypt)
	The Technion, Israel Institute of Technology (Israel)
Municipalities:	Beny Zaid Municipal Council (West Bank)
	Sakhnin Municipality (Israel), in association with the Towns' Association for Environmental Quality - Agan Beit Natufa
	El Sadat Municipality (Egypt)
Technical Consultants:	Juanico & Friedler, Mediterranean Ltd. (Israel)
	Prof. Robert Kadlec (USA)
Project Coordinator:	The Galilee Society (Israel)

This brochure was made possible through support provided by the Office of Procurement, Bureau for Management, U.S. Agency for International Development, under the terms of Grant No. PCE-G-00-98-00011-00. Opinions expressed herein are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the U.S. Agency for International Development.

The Appropriate Technology Consortium (ATC)

Established in 1997, the Appropriate Technology Consortium (ATC) is a cooperative effort of Israeli, Palestinian, and Egyptian non-governmental organizations (NGOs), research scientists, consultants, and municipalities to establish low-cost, efficient, and replicable wastewater treatment and reuse systems in rural areas of the Middle East.

Major activities include:

- The establishment of a wastewater treatment pilot site in Sakhnin, Israel;
- The establishment of a wastewater reuse, or irrigation, pilot site in Sadat City, Egypt;
- The establishment of a full-scale wastewater treatment and irrigation system in Beny Zaid, West Bank;
- Training programs for municipalities and farmers on wastewater reuse in irrigation;
- Public awareness raising programs on the benefits of wastewater treatment and reuse;
- The establishment of regional resource centers in Israel, the West Bank and Egypt to provide information, educational programs, and consultancy services on wastewater treatment and reuse.

Why focus on wastewater?

Wastewater is "the spent or used water from a home, community, farm, or industry that contains dissolved or suspended matter." (US Environmental Protection Agency) Left untreated, wastewater can pollute freshwater and soil, endangering the environment and allowing for the spread of disease, thereby threatening human lives. The World Health Organization maintains that: "No single type of intervention has greater overall impact upon the national development and public health than does the provision of safe drinking water and the proper disposal of human excreta."

Why is wastewater treatment and reuse important for the Middle East, and especially for rural areas?

Water scarcity and contamination of surface and groundwater are major regional Middle East problems. Water resources are insufficient to meet rising demands due to dramatic increases in population and water consumption. Lack of natural resource planning, the inadequate maintenance of existing systems, and the absence of appropriate sewage treatment facilities have resulted in serious contamination of groundwater and soil. Wastewater treatment is desperately needed for the protection of freshwater sources. Reuse of treated wastewater is important for irrigation.

Why are appropriate technologies important?

Most urban wastewater treatment systems are energy intensive. Such systems are costly and require complex mechanical equipment and highly skilled personnel. Attempted transfers of urban intensive technology to rural areas in the Middle East have failed.

Rural areas of the Middle East are in need of wastewater treatment and reuse technologies that are appropriate to their climate, economy, and population. In contrast to intensive systems, extensive wastewater treatment technologies depend primarily on natural components. Extensive systems are suitable for rural areas since they are low maintenance and simple to operate. They also require low investment costs, and their large land requirements are easily satisfied. Furthermore, these technologies are more efficient in pathogen removal, and therefore carry a greater ability to protect against the spread of disease. Yet, there are currently only a few extensive wastewater treatment systems existing in small, isolated settlements in rural areas in the region.

Why work together as a regional consortium?

By their very nature, water resources cross political boundaries. Scarcity of water and contamination of water resources by untreated sewage are therefore shared problems of every country in the Middle East. Competition over the sparse water resources is one of the major causes for political crises between states in the region. Working together to solve water problems is therefore one means of encouraging peace in the area. The formation of a consortium such as ATC also enables knowledge exchange, thereby facilitating the development of solutions to a wide variety of problems and questions related to sewage treatment and reuse.

About Sakhnin

Sakhnin is an Arab town located in the Galilee region in the north of Israel. The town was first inhabited 5,500 years ago. It acquired its Arabic name from the original "Sugini," meaning, "settlement of the occupier," given to it by King Sergón II in 586 B.C. Today, Sakhnin has a population of about 21,000.

Located in the Beit Natufa Basin, Sakhnin consists of 2,400 hectares (24,000 dunams) of rich agricultural land, on which a majority of olive trees and seed crops are grown. Although most of Sakhnin's population is employed outside of the agricultural sector, approximately 3 percent of the population receives its main income from farming, and many others receive partial income from the sector. Many young people in Sakhnin have expressed their desire to farm full-time, but the current lack of available water for irrigation purposes prevents them from doing so.

Sakhnin is the only Arab community in Israel to have a basic sewage treatment system. The existence of a basic sewage collection and treatment system in the town has enabled ATC to work with existing facilities in its research.

The Sakhnin Wastewater Treatment Pilot Site

The Wastewater Treatment Pilot Site began operations in July 1999. Its main objective is to test effective and appropriate wastewater treatment technologies for rural areas. Land availability, population size, climatic conditions and socioeconomic considerations were all taken into account in the selection of the treatment technologies to be studied. These factors all pointed to the need for wastewater treatment in Sakhnin that was extensive, reliable, simple, low-cost and low-impact. However, researchers found that the usual combination

of extensive treatment units (anaerobic ponds, facultative ponds, and a reservoir) results in high water losses, due to the high evaporation rates in the Mediterranean region. The Sakhnin pilot site was designed with the goal of alleviating these problems and of implementing a replicable, comprehensive model of appropriate technology for wastewater treatment and reuse for sustainable agriculture in rural areas of the Middle East.

Prior to the development of the ATC site at Sakhnin, the existing basic full-scale facility consisted of the following units:

- Two anaerobic ponds (sedimentation ponds which are based on biological activity without oxygen consumption), each with a volume of 5,000 cubic meters;
- One facultative pond (a pond where biological activity is combined with anaerobic and aerobic bacteria);
- One 150,000 cubic meter reservoir.

Treated wastewater, or effluent, from the reservoir was also already being used to irrigate local olive trees.

ATC incorporated the raw sewage and effluent from different stages of the already-existing facilities into a variety of treatment schemes in order to evaluate their performance.

The ATC Pilot Units

The following extensive and semi-extensive treatment units have been installed and are currently being studied by ATC at the pilot site:

- Vertical Aerobic Beds
- An Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reactor
- A Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland
- An Intermittent Sand Filter
- A Wastewater Reservoir

Most of these treatment units are well-established technologies. However, evaluation of their performance under rural Middle East conditions is essential. The selected treatment system will be an integrated system consisting of several units. The pilot site was designed to be flexible, thus allowing for the study of different combinations of the units.

Treatment Stages

As depicted below in Figure 1, wastewater treatment at the Sakhnin pilot site occurs in three stages. The units under study at each of these stages are described in detail below.

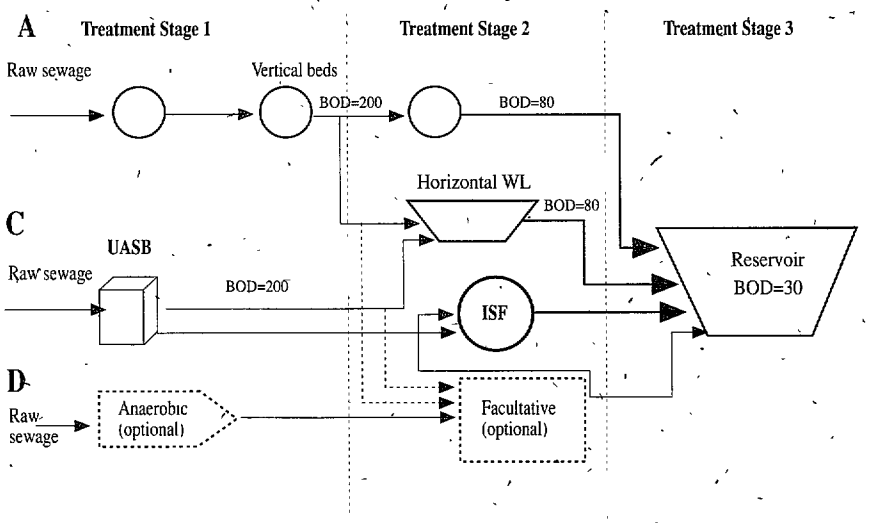


Figure 1

Treatment Stage 1:

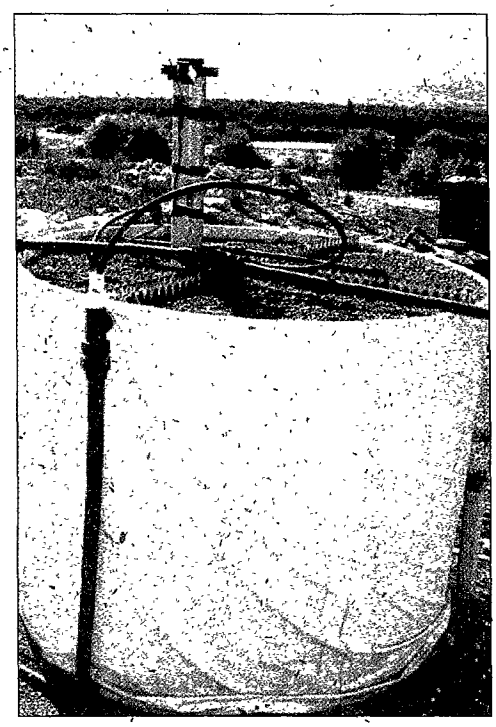
Raw sewage is received from Sakhnin's sewage collection system. It enters the pre-treatment anaerobic pond, or sedimentation pond, where grit and settleable organic solids are removed. After approximately two to three hours, the sewage is pumped into one of two semi-intensive units, either the Vertical Aerobic Bed or the Up Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), where it receives initial treatment aimed at reducing the biological oxygen demand (BOD) to approximately 200 mg/l.

Vertical Aerobic Beds

(Unsaturated Flow Biological Filter with Passive Air Pump System)

Three Vertical Aerobic Beds exist at the site. In this system, a "passive" air pump, driven by a fill and draw hydraulic operation cycle, provides for aerobic conditions. Wastewater trickles through the "bed," which is composed of two layers of gravel:

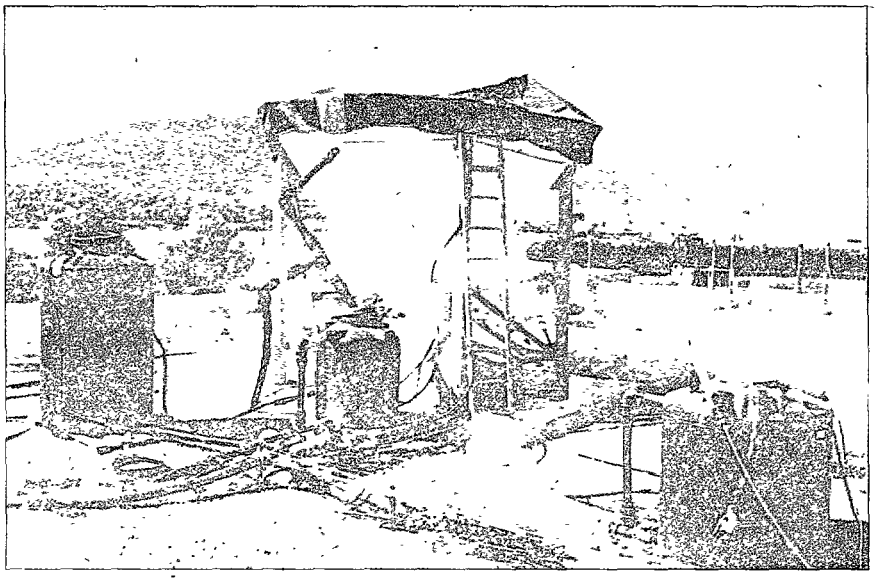
- an upper layer of small sized gravel which serves as the support media for the microorganisms that degrade the organic matter in the wastewater;
- a coarse gravel layer in the bottom of the bed to allow for efficient drainage.



Up Flow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB)

The Up Flow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB) is an extensive wastewater treatment unit that was developed in the early 1970s. The unit at the Sakhnin site is a modified simpler version (RALF) with conic geometry and without the typical complex separation device of most UASBs. Its success lies in the establishment of a dense sludge bed in the bottom of the reactor, in which the biological process takes place. This sludge bed is formed through the accumulation of solids and bacterial growth.

Sewage is pumped from the anaerobic pond after an initial few hours of retention time. It enters from the bottom side of the reactor and is collected by an overflow channel surrounding the upper circumference of the reactor. A baffle inside the top of the reactor prevents scum release from the reactor as the effluent moves to Stage 2.

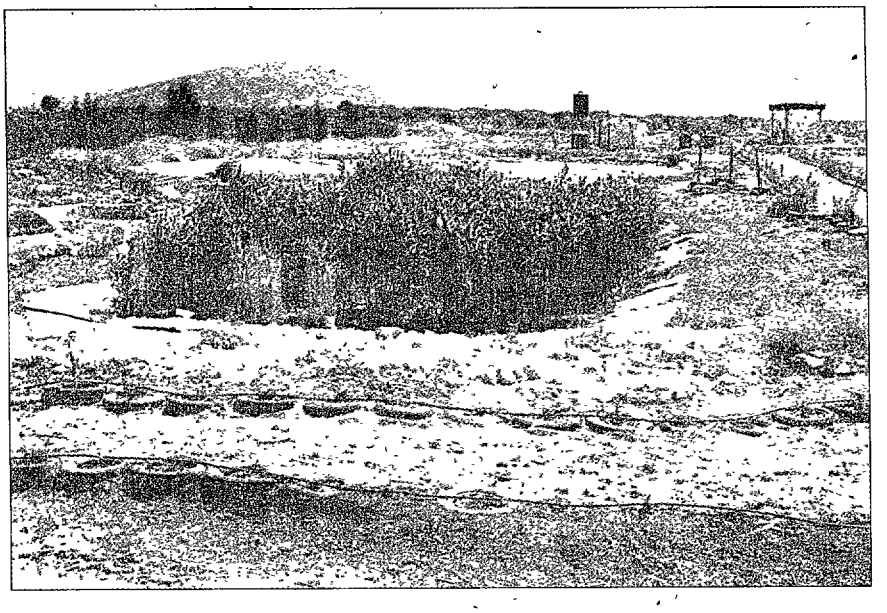


Treatment Stage 2:

Following completion of initial treatment in Stage 1, the sewage flows to Stage 2 for further treatment. Currently, effluent enters either the Constructed Wetland or the Intermittent Sand Filter unit for Stage 2 processing.

Constructed Wetland

A natural wetland is an ecosystem where the water surface is near the ground surface long enough each year to maintain saturated soil conditions and related vegetation. A "constructed wetland" is a wetland specifically built for the purpose of pollution control and waste management, at a location other than that of existing natural wetlands. (US EPA)

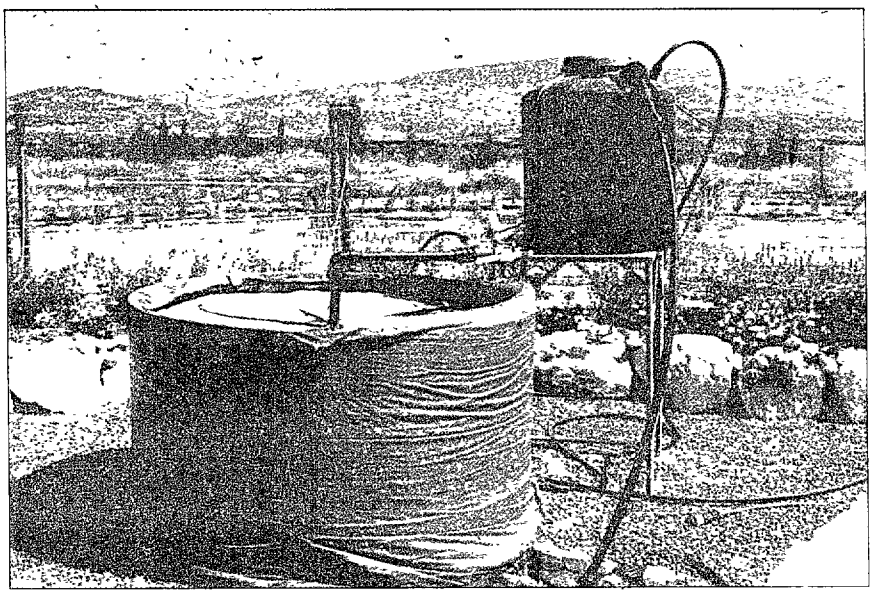


At the Sakhnin site, treatment of effluent takes place in the Constructed Wetland, following treatment in either the UASB or the Vertical Beds. The Wetland consists of a gravel bed through which the wastewater flows horizontally. The gravel serves as the

support media for microorganisms as well as for the roots of the plants growing there. The removal of contaminants from the wastewater is obtained through anaerobic biological degradation, adsorption, sedimentation and filtration. As long as the water level is kept below the surface of the media, there is little risk of problematic side effects such as odors or insects.

Intermittent Sand Filter (ISF)

Sand filters have been used for several decades for treating both freshwater and wastewater. Intermittent sand filtration doses the wastewater onto a sand bed "intermittently," and is used to treat effluent following other types of pretreatment processes, such as aerobic ponds. The ISF at the Sakhnin site has been designed to provide high-quality removal of contaminants, pathogen reduction, and nitrification of wastewater effluent. Wastewater flows downwards through the four layers of different sizes of sand and gravel (ranging from 0.4 -20 mm). The ISF removes contaminants in the wastewater through physical filtration and biological processes. ISF units are known for their ability to produce a high quality of effluent that can be used for irrigation.

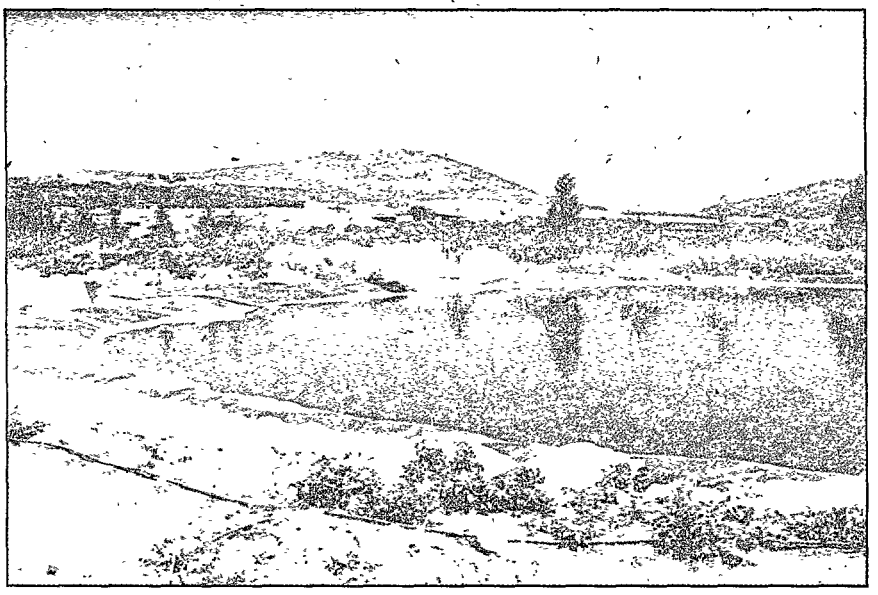


Final Treatment Stage:

After completing Stage 2, all sewage enters the final stage of the treatment process. At this stage, it receives final cleaning to prepare it for reuse or for returning it to the surrounding environment. At the Sakhnin pilot site, the final stage consists of a reservoir.

Wastewater Reservoir

The reservoir is always the last treatment stage. Besides serving as an operational reservoir, it provides for final polishing of the effluent prior to its reuse. When designed and operated properly, stabilization reservoirs can remove 90% of the BOD and detergents, five orders of magnitude of fecal coliforms, and other pollutants including heavy metals, refractory organics, and general toxicity.



Consortium Partners

Leading Institutions:

The Galilee Society (GS):

The Arab National Society for Health Research & Services

Shefa 'Amr, Israel

Website: http://www.gal-soc.org

Project Coordinator

The Galilee Society (GS) is a leading Palestinian Arab non-partisan, community-wide, non-governmental organization (NGO) established in 1981. The overarching goal of the Galilee Society is to achieve equality in health, environmental, and socio-economic conditions and development opportunities for the Palestinian Arab citizens of Israel, both as individuals and as a national minority. The GS acts as project coordinator of ATC, in addition to working with the Technion on research operations and monitoring of the Wastewater Treatment Pilot at Sakhnin. ATC's offices are located at the new laboratory facilities of the Galilee Society's Regional Research & Development Center (R & D Center) in Shefa 'Amr.

The Technion, Israel Institute of Technology

Haifa, Israel

Website: http://www.technion.ac.il

Wastewater Treatment Pilot, Sakhnin, Israel

The Technion is the major institute in Israel for higher education in the engineering sciences. It is comprised of 40 Research Centers and 11 Research Institutes, and employs over 700 faculty members in 19 academic departments. The Technion group, headed by Prof. Michal Green from the Faculty of Agricultural

Engineering, specializes in biological wastewater treatment. Together with the Galilee Society, the Technion shares responsibilities for the design, monitoring and operations of the Wastewater Treatment Pilot in Sakhnin.

Palestinian Hydrology Group (PHG)

Jerusalem-Shufat, West Bank

Website: http://www.phg.org/index.htm

Full-Scale Treatment and Reuse System at Beny Zaid, West Bank

Established in 1987, the Palestinian Hydrology Group (PHG) is the largest water resources and environmental professional consultancy group in the West Bank and Gaza. PHG is dedicated to building local water resource development capacities, and improving health and socio-economic conditions by developing existing water resources. PHG has laboratories in the West Bank and Gaza and a water resources information system. It provides consultancy to water professionals, municipal and national authorities, and international organizations and development programs. As an ATC partner, PHG is responsible for the design, construction and operation of the Full-Scale Treatment and Reuse System at Beny Zaid, West Bank. PHG is also actively involved in planning and implementing ATC's community and farmer training programs.

Egyptian Center of Organic Agriculture (ECOA)

Cairo, Egypt

Irrigation System Pilot Site, Sadat City, Egypt

Established in 1995 by a group of professors, researchers, ecological farmers, environmental activists, and consumers, ECOA is a non-profit, non-governmental organization. The over-riding goal of ECOA is to protect the environment through

promoting ecological agriculture. As an ATC partner, ECOA is responsible for the design, construction and operations of the Irrigation System Pilot located in Sadat City, Egypt.

Municipalities:

Municipality of Sakhnin in association with the Towns' Association for Environmental Quality - Agan Beit Natufa

Sakhnin is an Arab town located in the Galilee region of Israel, with a population of approximately 21,000. The Sakhnin Municipality operates a training center on wastewater treatment, and agricultural and energy conservation technologies in association with the Towns' Association for Environmental Quality (TAEQ). The training center is located at the Wastewater Treatment Pilot Site, and includes an educational lab and a training team connected with local schools. The Municipality and TAEQ work closely with the Consortium's partners on pilot facilitation. They also provide office space and administrative resources to the project.

Beny Zaid Municipal Council

Beny Zaid is located in the Ramallah district of the West Bank, and includes the villages of Deir Ghassan and Beit Rima. There are approximately 6,000 residents living within the Municipal Council's jurisdiction. Though its villages were among the first in the West Bank to receive tap water, all sewage from the municipal area remains untreated. Beny Zaid's economy is agriculture-based and the area is known for its high crop yields. The Municipal Council has allocated land and staff to ATC for the Full-Scale Treatment and Reuse System.

El Sadat Municipality

El Sadat Municipality, located approximately 90 km north of Cairo, is home to approximately 20,000 residents. The town includes recreational areas, an industrial zone for carpet and tile production, and citrus and olive agricultural areas. The Municipality maintains a sewer system and limited treatment facilities. El Sadat Municipality has allocated land to the ATC project for the Irrigation Pilot.

Technical Consultants:

Juanico & Friedler - Mediterranean Ltd.

An internationally active company, Juanico & Friedler designs extensive and semi-intensive sewage treatment and reuse plants, which are specific to temperate climates.

Prof. Robert H. Kadlec

Prof. Kadlec is Professor Emeritus of Chemical Engineering at the University of Michigan, and the Principal of Wetland Management Services, Inc.

The Sakhnin Pilot Plant

for appropriate wastewater treatment technologies for rural areas of the Middle East

Design:	The Technion, Faculty of Agricultural Engineering: Professor Michal Green, Dr. Ori Lahav, and Dr. Sheldon Tarre
	Technical Consultants: Juanico & Friedler Mediterranean Ltd. Prof. Robert H. Kadlec
Construction:	The Galilee Society and the Technion
Operation and Monitoring:	The Galilee Society: Dr. Isam Sabbah, Tayseer Marzook (engineer), Ibrahim Abu Zeid (lab technician), and Jameela Omari (lab technician)
	The Technion, Faculty of Agricultural Engineering: Prof. Michal Green, Dr. Smadar Admon, Dr. Sheldon Tarre and Eng. Beny Lev
Coordination:	The Galilee Society

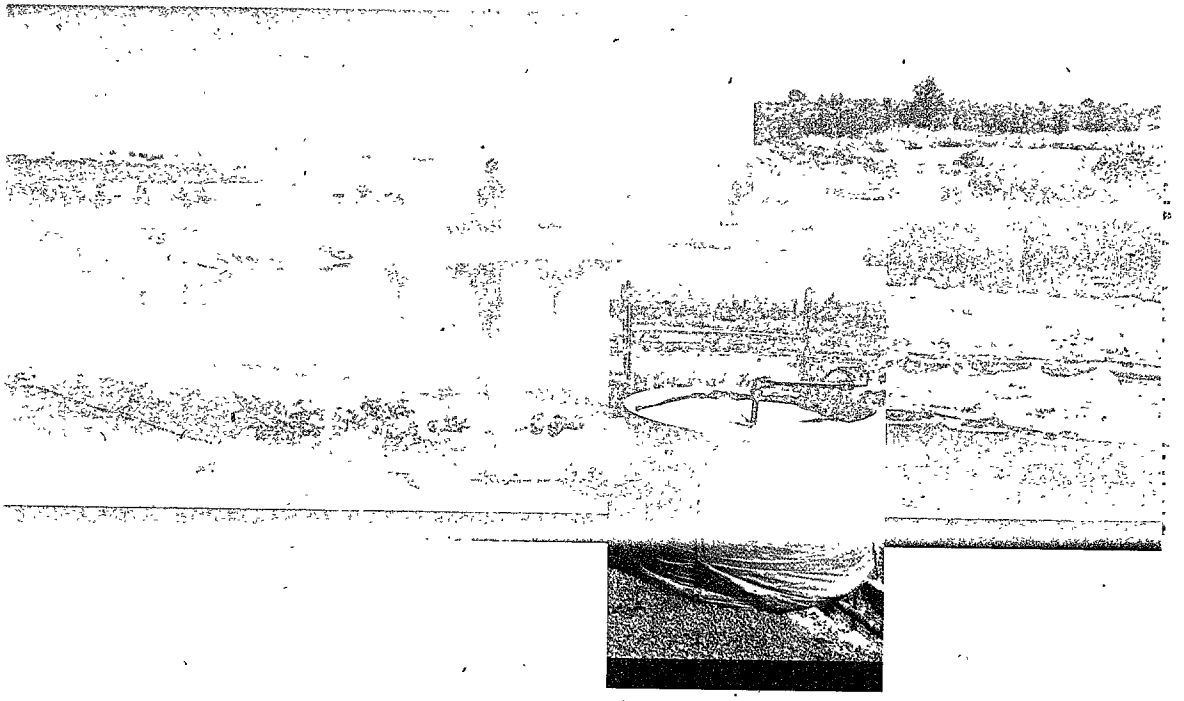
جمعية الجليل
الجمعية العربية القطرية
للبحوث والخدمات الصحية

مجموعة الهيدرولوجيين
الفلسطينيين

المركز المصري
للزراعة العضوية

التخنيون
كلية الهندسة الزراعية

تعزيز فكرة تطوير مشروع زراعي مستديم في منطقة الشرق الأوسط



نموذج معالجة المياه العادمة التجريبي

في سخنين

تعزيز فكرة تطوير مشروع زراعي المستديم
في منطقة الشرق الاوسط

نموذج معالجة المياه العادمة التجريبي في سخنين

مشروع التنمية الريفية المستديمة

جمعية الجليل:
الجمعية العربية القطرية للخدمات والبحوث الصحية

مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين

المركز المصري للزراعة العضوية

التخنيون - المعهد الإسرائيلي للتكنولوجيا (الهندسة التطبيقية)

22

الشركاء في مشروع التنمية الريفية المستديمة:

المؤسسات الرائدة	جمعية الجليل (إسرائيل). مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين (الضفة الغربية). المركز المصري للزراعة العضوية (مصر). التخنيون - المعهد الإسرائيلي للتكنولوجيا (إسرائيل).
البلديات	مجلس بلدية بني زيد (الضفة الغربية). بلدية سخنين (إسرائيل) بالتعاون مع إتحاد مدن لجودة البيئة - حوض البطوف. بلدية السادات (مصر).
مستشارون فنيون	خوانيكو وفريدلر، المحدودة للحوض المتوسط (إسرائيل) بروفيسور روبرت كادليك (الولايات المتحدة الأمريكية).
منسق المشروع	جمعية الجليل (إسرائيل).

تم إصدار الكتيب بمساعدة مكتب المشتريات ومكتب إدارة في الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية تحت منحة رقم PCE-G-00-98-00011-00 الأفكار الواردة في الكتيّب هي من صلب آراء المؤلفين ولا تعكس بالضرورة وجهات نظر الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية.

مشروع التنمية الريفية المستديمة:

إن مشروع التنمية الريفية المستديمة هو نتيجة جهود مشتركة لمؤسسات غير حكومية إسرائيلية وفلسطينية ومصرية، إضافة إلى جهود باحثين وعلماء ومستشارين وبلديات من أجل تأسيس إنظمة معالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة في المناطق الريفية في الشرق الأوسط باسعار زهيدة ومناسبة. وقد تم تشكيل هذه الشراكة عام١٩٩٧.
إن الشركاء الأربعة الأساسيين في المشروع هم جمعية الجليل(إسرائيل) ومجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين(فلسطين)، المركز المصري للزراعة العضوية (مصر) ومعهد التخنيون (إسرائيل). النشاطات تتضمن الاتي:

- تأسيس وحدة بحث نموذجية لمعالجة المياه العادمة في مدينة سخنين- إسرائيل.
- تأسيس وحدة بحث نموذجية لإعادة إستخدام المياه العادمة للري في مدينة السادات - مصر.
- تأسيس نظام كامل لمعالجة المياه العادمة والري في منطقة بني زيد- الضفة الغربية.
- برامج تدريبية للبلديات والمزارعين حول إعادة إستخدام المياه العادمة في الري.
- برامج توعية بيئية حول الإستفادة من معالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة.
- تأسيس مراكز مصادر إقليمية في إسرائيل والضفة الغربية ومصر من أجل توفير معلومات وبرامج تعليمية وخدمات إستشارية حول معالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة.

لإذا التركيز على المياه العادمة؟

المياه العادمة هي "المياه المستخدمة أو المياه التي تصرف من البيوت والمزارع أو أي صناعة تحتوي على مَواد ذائبة أو عالقة" (وكالة حماية البيئية الامريكية). وإذا ما تركت المياه العادمة دون معالجة فإنها تلوث المياه العذبة والتربة بحيث تشكل خطرا على البيئة وتتسبب في إنتشار الأمراض والأوبئة وبذلك تهدد حياة البشرية. وإن منظمة الصحة العالمية تقول بأن "لا يوجد شئ مهما يكن يؤثر على التطور الشامل والصحة العامة أكثر من تزويد المجتمع بمياه صالحة والتخلص السليم من مخلفات الإنسان."

لماذا تُعتبر معالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة من الامور المهمة في الشرق الأوسط خاصة في المناطق الريفية؟

إن شح مصادر المياه وتلوث المياه السطحية والجوفية هي من المشاكل الأساسية التي يواجهها الشرق الأوسط، حيث إن المصادر المائية غير كافية لسد الإحتياجات للمياه المتزايدة ويعود ذلك إلى التزايد الهائل في التعداد السكاني وبالتالي في إستهلاك المياه. إن نقص وجود خطة للمصادر الطبيعية والصيانة غير الكافية للإنظمة الموجودة وفي غياب تسهيلات لمعالجة مياه المجاري بشكل صحيح قد أدى إلى تلوث خطير في المياه الجوفية والتربة. وعليه فإن هناك حاجة ماسة لمعالجة المياه العادمة من أجل حماية مصادر المياه العذبة وإعادة إستخدام المياه العادمة المعالجة كمصدر ضروري للزراعة.

لماذا تعتبر التكنولوجيا الملائمة مهمة؟

تعتبر معظم أنظمة معالجة المياه العادمة المكثّفة مستهلكة عالية للطاقة. فهي مكلفة وتحتاج إلى أجهزة ميكانيكية معقدة وطاقم موظفين ذوي مهارات عالية. ولذا فقد فشلت محاولات نقل مثل هذه التكنولوجيا من المدن إلى المناطق الريفية في الشرق الاوسط. في حين أن المناطق الريفية في الشرق الاوسط بحاجة إلى تقنيات لمعالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة تتلاءم مع المناخ والوضع الإقتصادي. وعلى عكس أنظمة المعالجة المكثفة فإن أنظمة المعالجة الإنتشارية (التي تتطلب مساحات كبيرة) تعتمد على العوامل

الطبيعية. وهي مناسبة للمناطق الريفية حيث أن تكلفة الصيانة قليلة وسهلة التشغيل. كما أن مثل هذا النظام يحتاج إلى تكلفة استثمارية قليلة ولكن يتطلب، بالمقابل مساحة واسعة من الارض وهو أمر من السهل توفيره. إضافة إلى ذلك فإن هذه التقنيات ذات كفاءة عالية في إزالة الكائنات الدقيقة (البكتيريا) ولذلك لديها قدرة أكبر لمنع إنتشار الأمراض. إلا انه يتوفر راهناً القليل من تلك الأنظمة لمعالجة المياه العادمة في التجمعات السكانية الصغيرة النائية في المناطق الريفية في منطقتنا.

لماذا نعمل معا كاتحاد إقليمي؟

إن طبيعة المصادر المائية لا تتقيد بالحدود السياسية لأي دولة وإن شح المصادر وتلويثها بواسطة مياه المجاري غير المعالجة هي مشاكل مشتركة بين الدول كافة في المنطقة. إضافة إلى ذلك فإن التنافس حول مصادر المياه الضئيلة في الشرق الأوسط هي من أهم الأسباب الرئيسية للأزمات السياسية بين البلدان في المنطقة. ولذلك فإن العمل معا من أجل حل المشاكل المائية هي إحدى السبل لتشجيع عملية السلام في المنطقة. وإن تشكيل إتحاد مثل "مشروع التنمية الريفية المستديمة" يساعد على تبادل المعلومات ويسهل تطوير الحلول للمشاكل والمسائل المتعلقة بمعالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة.

وماذا عن سخنين؟

سخنين هي بلدة عربية في منطقة الجليل في شمال إسرائيل. وقد سكنت قبل ٥٥٠٠عام وإكتسبت إسمها العربي من الأصل "سوجيني" والذي يعني "إستيطان المحتل" والذي أسماها الملك سرجون الثاني عام ٥٨٦ قبل الميلاد. وقد اصبح عدد سكان سخنين اليوم حوالي ٢١,٠٠٠ نسمة. تقع مدينة سخنين في حوض البطوف المكون من ٢,٤٠٠ هكتار ٢٤,٠٠٠ (دونم) والمكون من أراض زراعية غنية بأشجار الزيتون وزراعة الحبوب. بالرغم من إن سكان سخنين يعملون خارج مجال الزراعة إلا إن حوالي ٣٪ من السكان يحصلون على دخلهم بالأساس منها. وكثيرون يحصلون على

جزء من الدخل من هذا القطاع. كثير من أهالي سخنين يرغبون في العمل الزراعي لوحده إلا إن الوضع الحالي من النقص في مياه الري يحول دون تحقيق هذه الرغبة.

سخنين هي المنطقة العربية الوحيدة في إسرائيل الذي يوجد فيها نظام معالجة لمياه المجاري. فإن وجود نظام تجميع ومعالجة المجاري الأساسي في البلدة سهل تطبيق "مشروع التنمية الريفية المستديمة".

نموذج معالجة المياه العادمة التجريبي في سخنين

لقد بدأ العمل في موقع سخنين لمعالجة المياه العادمة كنموذج منذ شهر تموز ١٩٩٩ والهدف الرئيسي هو معرفة مدى صلاحية وفعالية تقنيات لمعالجة المياه العادمة الملائمة في المناطق الريفية. فقد تم الأخذ بعين الإعتبار كل الأمور التي تتعلق بتوفر الأرض وتعداد السكان والظروف المناخية والوضع الاجتماعي والإقتصادي في عملية إختيار التقنيات لمعالجة المياه العادمة. وقد أكدت العوامل السالفة الذكر الحاجة إلى معالجة المياه العادمة في سخنين بحيث تكون التقنية بسيطة وبتكلفة قليلة. وقد إتضح إن وجود مجموعة من وحدات المعالجة وهو أمر طبيعي (البرك الهوائية/غير الهوائية، facultative ponds، المجمّع) يسبب فقدإن كميات كبيرة من المياه بسبب النسب العالية للتبخر في منطقة حوض البحر المتوسط. إن الموقع النموذجي في منطقة سخنين قد صمم بهدف تخفيف فاعلية هذه العوامل وتنفيذ نموذج شامل لتقنية ملائمة لمعالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة من أجل ضمان إستدامة الزراعة في المناطق الريفية في منطقة الشرق الأوسط.

وقبل تطوير مشروع التنمية الريفية المستديمة في منطقة سخنين، فإن النظام الأصلي التابع لبلدية سخنين كإن يحتوي على الوحدات التالية:

- بركتان لا هوائيتان(هي برك تعتمد على النشاط البيولوجي دون إستهلاك الاكسجين) سعة كل واحدة ٥٠٠٠ متر مكعب
- Facultative pond (حيث يكون النشاط البيولوجي مختلط ببكتيريا لا هوائية وهوائية - بكتيريا مع أكسجين).
- مجمّع سعته ١٥٠,٠٠٠ متر مكعب.

إن المياه العادمة المعالجة من المجمع تستخدم لري أشجار الزيتون المحلي.

لقد أخضع مشروع التنمية الريفية المستديمة مياه المجاري المتواجدة في مراحل مختلفة من نظام المعالجة القائم إلى عدة تقنيات المعالجة الأخرى وذلك من أجل تقييم أدائها.

الوحدات التجريبية

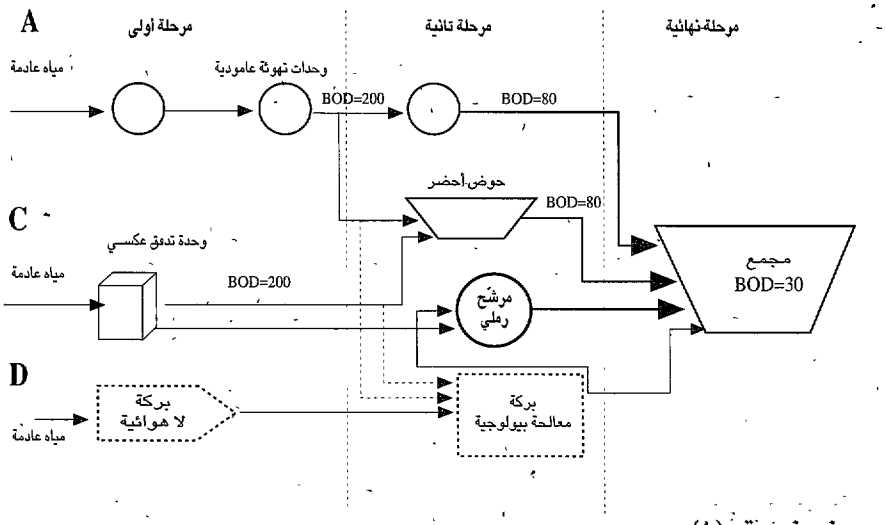
لقد تم بناء وحدات المعالجة الموضحة أدناه في الموقع التجريبي حيث يجري العمل على دراستها حاليا.

- وحدة التهوئة العامودية (ترشيح حصى يعتمد التهوئة الذاتية)
- وحدة تدفق عامودي لاهوائي (تدفق من أسفل إلى أعلى)
- حوض حصى أخضر (قصب) تدفق أفقي.
- وحدة ترشيح رمل بطريقة التدفق المتقطع.
- مجمّع مياه عادمة.

إن معظم وحدات المعالجة ذات تكنولوجيا عالية .وإن تقييم ادائها في ضوء ظروف ريفية في منطقة الشرق الأوسط هو أمر مهم وضروري. كما إن نظام المعالجة الذي تم إختياره سيكون نظاماً متكاملاً يحتوي على عدة وحدات. والموقع التجريبي صمم ليكون مرناً فيسمح بدراسة أكثر من وحدة مشتركة.

مراحل المعالجة

كما هو مبين في نموذج رقم (١)، فإن معالجة المياه العادمة في موقع سخنين النموذجي يسير في ثلاث مراحل. وفيما يلي ملخص للوحدات التي يتم دراستها في كل مرحلة:



نموذج رقم (١)

المرحلة الأولى للمعالجة:

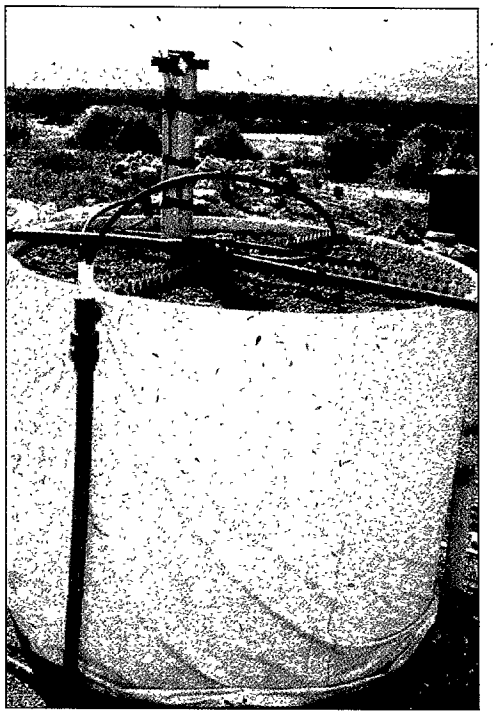
يتم إستقبال المجاري القادمة من مدينة سخنين وإدخالها إلى بركة ما قبل المعالجة اللاهوائية أو بركة الترسيب حيث يتم ازالة جميع المواد المترسبة العضوية والمواد الشائبة والصلبة الأخرى. بعد فترة زمنية تتراوح بين٢-٣ ساعات على جريان المجاري في هذه البركة يتم ضخها إلى وحدتين شبه مكثفتين وهما إما وحدة التهوئة العامودية أو وحدة الجريان العامودي اللاهوائي حيث يتم هنالك تقليص نسبة BOD (المواد العضوية المتحللة بيولوجياً) إلى حوالي ٢٠٠ ملغم/لتر.

وحدة التهوئة العامودية: *(Vertical Bed)*

هي عبارة عن "ممر" وسطي مكون من فلتر حصى بيولوجي غير مشبع بالجريان ونظام ضخ هوائي ذاتي.
يوجد هنالك ٣ وحدات من هذا النوع.

القوى الفاعلة في هذه الوحدة لتوفير عوامل التهوئة هي قوى دائرة هيدروليكية يتم ترشيح مياه المجاري من خلال "ممر" وسطي يتألف من طبقات من الحصى.

- الطبقة العليا من حصى صغيرة الحجم تعمل على تدعيم البكتيريا التي تقوم بإستهلاك المواد العضوية في مياه المجاري.
- طبقة حصى خشنة في أسفل الوحدة التي تساعد وتسمح بجريان وخروج المياه المعالجة من الوحدة.



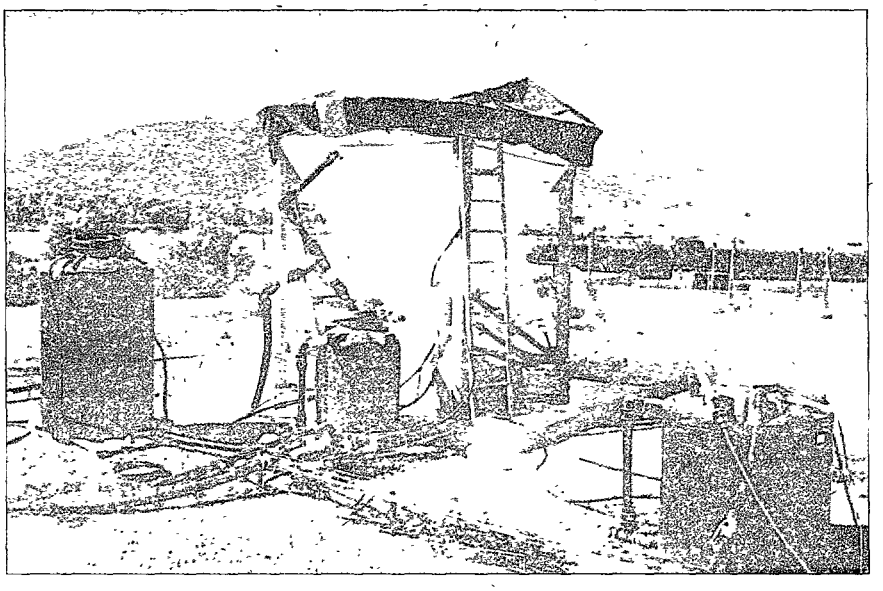
وحدة الجريان العامودي اللاهوائي من الأسفل إلى الأعلى (UASB)

هي عبارة عن نظام معالجة إنتشاري تم تطويره في أوائل السبعينات. أما الوحدة التي يتم إستخدامها في سخنين فهي عبارة عن وحدة معدلة ومبسطة وتدعى (RALF) حيث تم إستخدام الشكل الهرمي وبدون أي وحدات فصل معقدة كما هو الحال في مثل هذا النوع من وحدات(UASB).

إن نجاح هذه الوحدة يتمثل في تكوين طبقة ووسط مكثف من الحمأة (Sludge) في قاع الوحدة حيث يكون وسط المعالجة البيولوجية. هذا الوسط المكثف يتم تكوينه وتجميعه من المواد المتراكمة للمواد الصلبة في المجاري وتكاثر أو نمو البكتيريا.

كما أشرنا سابقاً فإن مياه المجاري يتم ضخها من بركة الترسيب اللاهوائية بعد إن تبقى هنالك لبضع ساعات. ومن ثم يتم إدخالها إلى المفاعل من قاع الهرم حيث يتم تجميعها بواسطة قناة تحيط الجزء العلوي لوحدة المفاعل.

إن وجود صمام على قمة المفاعل يمنع خروج أي من الحمأة إلى خارج المفاعل ويضمن توجه السائل إلى المرحلة الثانية من المعالجة.

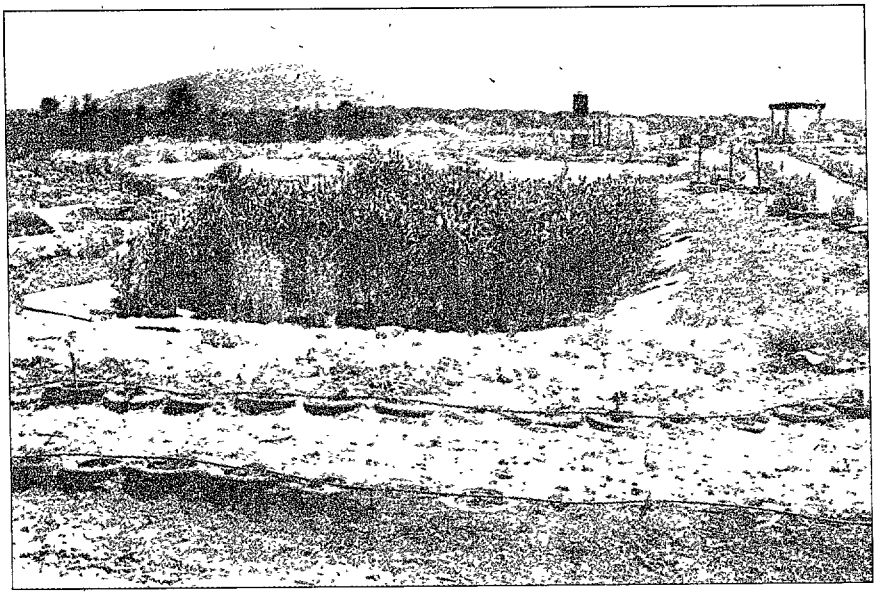


المرحلة الثانية للمعالجة:

بعد الإنتهاء من المرحلة الأولى للمعالجة يتم توجيه المياه العادمة إلى المرحلة الثانية. يتم إدخال المياه المعالجة جزئيا إما إلى وحدة (حوض أخضر) Constructed Wetland مقامة خصيصا لهذا الهدف أو إلى وحدةالترشيح الرملي (sand filter). (ومن الجدير ذكره بأن هنالك إحتمال بأن يتم دراسة أساليب أخرى للمعالجة في المرحلة الثانية للمعالجة في المستقبل.)

حوض حصى أخضر "constructed wetland":

إن المستنقعات (الأحواض الخضراء) الطبيعية هي نظام حيوي يبقي فيه مستوى المياه قريب من سطح الأرض لمدة كافية تضمن إبقاء تربة مشبعة بالمياه والنباتات مزدهرة. أما المستنقع الإصطناعي (constructed wetland) فهو نظام يتم إنشاؤه بغرض مكافحة التلوث ومعالجة المخلفات في الأماكن



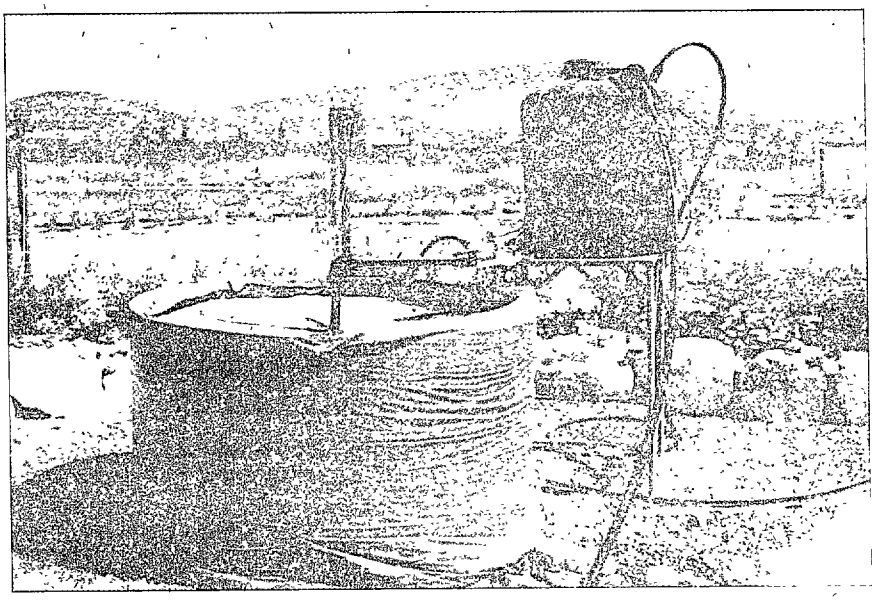
التي لا تتواجد فيها مستنقعات طبيعية (USEPA). إن عملية التنقية في سخنين تجري في الحوض الأخضر الإصطناعي بعد أن تكون قد مرت اما في (UASB) أو في (Vertical Bed). يتكوّن الحوض الأخضر من أرضية

حصى يتم من خلالها جريان مياه المجاري بشكل أفقي. يعمل الحصى على تدعيم المواد الميكروبية العضوية وكدعامة لجذور النباتات المزروعة هنالك. إن التقليل من المواد الملوثة من مياه المجاري المعالجة جزئياً او ازالتها يتم من خلال عمليات التحلل البيولوجي اللاهوائي والإلتصاق(adsorption) والترسيب والتصفية. وما دام مستوى المياه تحت مستوى الوسط المستخدم فإن مخاطر وإحتمالية حدوث بعض المشاكل مثل إنتشار الرائحة والحشرات تبقى ضئيلة.

ترشيح رملي متقطع:

إن مثل هذه الوحدات تم استعمالها منذ قرون عدة لمعالجة المياه والمياه العادمة. يتم إدخال المياه العادمة إلى المرشح الترابي (المرشح الرملي) بطريقة متقطعة ويستخدم لمعالجة المياه العادمة بعد المعالجة جزئيا بطرق أولية مثل البرك الهوائية/لاهوائية.

إن المرشح الرملي في سخنين صمم ليعطي كفاءة عالية من إزالة المواد الملوثة وتقليل المواد المسببة للأمراض وتقليل المواد النيتروجينية في مياه المجاري. تجري المياه العادمة إلى أسفل من خلال أربع طبقات مختلفة الإرتفاع من الرمل والحصى (تتراوح ما بين ٠,٤-٢ ملم) هذا ويعمل المرشح الرملي على إزالة الملوثات في المياه العادمة من خلال الفلترة وعمليات بيولوجية أخرى. إن وحدات المرشح الرملي تعرف بقدرتها على إنتاج نوعية مياه معالجة جيدة يمكن إستخدامها للري.

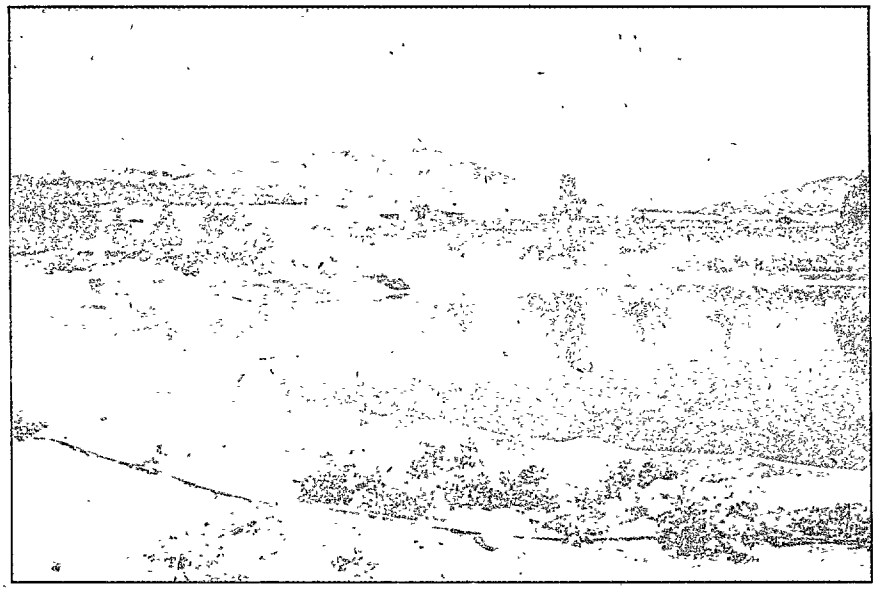


المرحلة النهائية:

بعد الإنتهاء من المرحلة الثانية، تدخل المجاري في المرحلة النهائية من عملية المعالجة. حيث تجري عملية التنقية النهائية لإعادة إستخدامها أو لإعادتها إلى البيئة ثانية. وفي محطة سخنين فإن المرحلة النهائية تتكون من مجمّع.

مجمّع المياه العادمة

عادة ما يكون المجمّع آخر مرحلة من مراحل المعالجة إضافة إلى إمكانية إستخدام المجمّع كوسيلة للخزن والتوزيع. فهو يقوم بعملية التنقية النهائية قبل عملية إعادة الإستخدام. وإذا ما تم تصميم وتشغيل المجمع بشكل صحيح ومناسب فيمكن أن يعمل على إزالة ٩٠ ٪ من BOD والمواد المطهرة (الصابون)، ويزيل خمسة أضعاف القولونيات الغائطية(Fecal coliform) ويعمل على إزالة ملوثات أخرى كالعناصر الثقيلة والسمية وغيرها.



شركاء المشروع

المؤسسات الرائدة

جمعية الجليل

الجمعية العربية القطرية للخدمات والبحوث الصحية

إسرائيل - شفاعمرو

website: http://www.gal-soc.org/

منسق المشروع

إن جمعية الجليل هي مؤسسة فلسطينية غير حكومية تأسست عام١٩٨١. هدفها الحصول على مساواة في الصحة، والظروف الصحية والإجتماعية والإقتصادية وإعطاء الفرص للعرب الفلسطينيين داخل إسرائيل كأفراد وأقلية قومية. وتعمل الجمعية كمنسق للمشروع بالإضافة إلى العمل مع معهد التخنيون في أعمال بحثية ومراقبة مشروع معالجة المياه العادمة في منطقة سخنين . إن مكاتب مشروع التنمية الريفية المستديمة موجودة في مقر المختبرات الحديثة في مركز جمعية الجليل للأبحاث والتطوير في شفاعمرو .لقد تم تأسيس هذا المركز عام ١٩٩٥ بمساعدة وزارة العلوم الإسرائيلية وهو المركز العربي الوحيد من بين ١١ مركزاً مجازاً يعمل في إسرائيل وهو مجاز ويعمل برعاية جامعة حيفا.

التخنيون - المعهد الإسرائيلي للتكنولوجيا

حيفا - إسرائيل

website: http://www.technion.ac.il/

نموذج لمعالجة المياه العادمة، سخنين - إسرائيل

التخنيون هو المعهد الرئيسي في إسرائيل الذي يدرّس العلوم الهندسية. وهو مكون من ٤٠ مركزاً للبحوث و ١١معهداً ولديه حوالي ٧٠٠ موظف في١٩ دائرة تعليمية. إن فريق العمل للمشروع برئاسة البروفيسور ميخال جرين من كلية الهندسة الزراعية متخصصة في معالجة بيولوجية للمياه العادمة.

ويعمل التخنيون مع جمعية الجليل على تصميم ومراقبة أعمال مشروع معالجة المياه العادمة النموذجي في سخنين.

مجموعة الهيدرولوجيين الفلسطينيين

شعفاط - القدس ، الضفة الغربية

website: // www.phg.org/index.htm

نظام معالجة وإعادة الإستخدام في بني زيد ، الضفة الغربية

لقدْ تأسست المجموعة عام ١٩٨٧ وهي أكبر المؤسسات الإستشارية في مجال المياه والبيئة في الضفة الغربية وقطاع غزة. تعمل المجموعة على بناء قدرات لتطوير المصادر المائية وتحسين الأوضاع الصحية والإجتماعية والإقتصادية من خلال تطوير المصادر المائية الموجودة حاليا. لديها مختبرات في الضفة الغربية وقطاع غزة ونظام معلومات حول المصادر المائية. كما وإن المجموعة تقدم إستشارات للمهنيين في مجال المياه وللسلطات الوطنية والمؤسسات العالمية. وكشريك في مشروع التنمية الرّيفية المستديمة، فإن المجموعة مسؤولة عن تصميم وبناء وعمل نظام معالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة النهائي في منطقة بني زيد، الضفة الغربية. إضافة إلى ذلك، فإن المجموعة تعمل على تخطيط وتنفيذ برامج تدريبية للمزارعين والمجتمع المحلي.

المركز المصري للزراعة العضوية

القاهرة - مصر

موقع نظام الري النموذجي

مدينة السادات - مصر

لقد تم تأسيس المركز عام ١٩٩٥ بمبادرة اساتذة جامعيين وباحثين ومزارعين وعاملين في مجال البيئة ومستهلكين .المركز مؤسسة غير حكومية وغير ربحية تعمل وتهدف إلى حماية البيئة من خلال تعزيز الزراعة العضوية. وكشريك في مشروع التنمية الريفية المستديمة فهي مسؤولة عن تصميم وبناء وعمل نظام ري نموذجي في منطقة السادات في مصر.

البلديات:

بلدية سخنين بالتعاون مع إتحاد المدن لجودة البيئة - حوض البطوف والجليل

تقع سخنين في منطقة الجليل في إسرائيل وهي مدينة عربية يبلغ عدد سكانها ٢١,٠٠٠ نسمة. وتعمل بلدية سخنين كمركز تدريب لمعالجة المياه العادمة، وتقنيات الطاقة والزراعة بالتعاون مع إتحاد المدن لجودة البيئة. ويقع مركز التدريب هذا في موقع معالجة المياه العادمة النموذجي وتتضمن مختبراً تعليمياً وفريقاً مدرّب ذا اتصال بالمدارس المحلية. إن البلدية وإتحاد المدن لجودة البيئة تعملان معا مع شركاء المشروع لتسهيل أداء أعمال المشروع. كما إنهم يوفرون المكاتب والمصادر الإدارية للمشروع.

بلدية بني زيد

تقع بلدية بني زيد في محافظة رام الله في الضفة الغربية وتشمل قرى دير غسانة وبيت ريما .ويبلغ عدد سكانها حوالي ٦٠٠٠ شخص. وبالرغم من إن قرى بني زيد هي أولى القرى التي حصلت على المياه إلا أن المجاري تبقى غير معالجة. ويعتمد إقتصاد بني زيد على الزراعة وتعرف المنطقة بمنتوجها العالي من الزيتون. إن المجلس البلدي قد خصص أرضاً وطاقم عمل للمشروع لنظام معالجة وإعادة إستخدام المياه العادمة.

بلدية السادات

تقع بلدية السادات على بعد ٩٠ كم من القاهرة يسكنها حوالي ٢٠,٠٠٠ نسمة. في المدينة منشآت ترفيهية ومنطقة صناعية للسجاد وصناعة البلاط ومناطق تزرع فيها الحمضيات والزيتون كما ويوجد فيه نظام تجميع ومعالجة للمياه العادمة البيتية والصناعية لمدينة السادات. وقد خصصت البلدية أرضاً لمشروع التنمية الريفية بقرب نظام المعالجة.

مستشارون فنيون:

خوانيكو & فريدلر- الشركة المتحدة لحوض المتوسط

هي شركة عالمية تقوم بتصميم محطات معالجة وإعادة إستخدام للمياه العادمة في المناطق الريفية.

بروفيسور روبرت كادليك

بروفيسور كادليك من جامعة ميشيجان في قسم الهندسة الكيميائية ورئيس خدمات إدارة الأراضي الرطبة.

محطة سخنين النموذجية لتكنولوجيا معالجة المياه العادمة الملائمة في المناطق الريفية في الشرق الاوسط

تصميم	التخنيون - كلية الهندسة الزراعية بروفيسور ميخال جرين، د.أوري لاهاف ود.شلدون تار
مستشارون فنيون	خوانيكو & فريدلر للحوض المتوسط بروفيسور روبرت كادليك
بناء	جمعية الجليل والتخنيون
تنفيذ ومراقبة	جمعية الجليل د.عصام صباح ، تيسير مرزوق (مهندس) إبراهيم أبو زيد (فني مختبر) جميلة عمري (فنية مختبر)
	التخنيون - كلية الهندسة الزراعية بروفيسور ميخال جرين، د.سمدار أدمون، د.شلدون تار والمهندس بيني ليف
تنسيق	جمعية الجليل