

出國報告（出國類別：參訪）

2015 以色列水科技展參訪團
(2015 R.O.C. WATEC Delegation to Israel)

出國報告書

服務機關：行政院農業委員會農田水利處、農業工程研究中心、
淡江大學水資源管理與政策研究中心

姓名職稱：朱孝恩技正、劉日順助理研究員、謝明凱組長

派赴國家：以色列

出國期間：104 年 10 月 11~16 日

報告日期：104 年 11 月 26 日

摘要

- 一、「2015 以色列水科技參訪團」係由台灣以色列商業文化促進會及駐台北以色列經濟文化辦事處共同籌組。主要目的如下：(1)前往以色列特拉維夫參觀水科技展(WATEC 2015 Israel)；(2)實地參訪以色列幾個重要的水科技公司；(3)蒐集以色列水科技產業之相關資訊作為台灣水科技產業發展的參考；(4)拓展台灣與以色列之水科技產業日後交流機會。
- 二、參訪團成員所屬單位分別為農委會農田水利處、經濟部水利署、集集鎮公所、台灣自來水公司、淡江大學水資源管理與政策研究中心、農業工程研究中心、以西科技股份有限公司、台灣永光化學工業股份有限公司、冷研科技有限公司、益將工程技術顧問有限公司，以及主辦本次參訪行程的台灣以色列商業文化促進會和駐台北以色列經濟文化辦事處，共計 10 個單位 15 人。
- 三、本次參訪團於以色列期間參訪日期為 104 年 10 月 12 日至 18 日(11 日離台、19 日抵台)。惟農委會農田水利處、淡江大學水資源管理與政策研究中心、農業工程研究中心等單位提前返國，實際參訪日期為 10 月 12 日至 15 日共 4 日(11 日離台、16 日抵台)。
- 四、於 10 月 12 日至 15 日期間，實地參訪觀摩以色列理工學院水資源研究院、以色列理工學院工程無國界、Hadera 海水淡化廠、Shafdan 污水處理廠、Netafim 滴灌技術公司、Granot 淨水廠、Aryeh Pool 污水淨化中心、Tifrah 回收水蓄水庫等 8 個單位。另於 WATEC 2015 會場中參訪 Tahal Group、Mekorot Group、PowerCom、Blue I、Mottech、UET、Aqwise、ARI、BERMAD、Ball-Tech 等數家水科技廠商攤位。
- 五、本次實地觀摩或是 WATEC 會場參訪，涵蓋水科技領域有污水處理再生、污水再利用於灌溉、海水淡化、半鹹水淡化、滴灌技術、薄膜處理、輸水管線防漏等，團員於短時間吸收大量先進的水科技領域知識。更重要的，本次參訪讓團隊認識到以色列這個水資源極度缺乏的國家，如何藉由管控水資源調配並極力發展水科技產業，找到了水資源永續利用的出路。以色列的污水再利用率為全球之冠，其中絕大部分用於農業灌溉，

再配合以色列舉世聞名的滴灌節水技術，使以色列有令人驚豔的蔬果豐饒產出。雖不能說以色列的水資源已豐沛無虞，但他們看待水資源的心態，絕對值得我們學習。

六、此次參訪雖僅短短 4 天，內容卻是紮實且廣泛，以實務參訪科技公司為主軸，又有學術理論演講行程作為輔助。參訪行程兼具理論及實務。藉由此參訪及本次報告撰寫，希冀將團員們於以色列所見所習彙整並有系統性之呈現，以利相關見識之傳播，並期作為相關部門與以色列進行水科技產業交流合作的參考依據。

目 錄

壹、 目的.....	1
貳、 過程.....	3
一、 組團.....	3
二、 行程.....	3
參、 實地參訪行程.....	7
一、 以色列理工學院水資源研究院(10月12日).....	7
二、 以色列理工學院工程無國界(10月12日).....	12
三、 Hadera 海水淡化廠(10月12日).....	15
四、 WATEC 2015 展場 (10月13日).....	18
五、 Shafdan 污水處理廠(10月14日).....	24
六、 Netafim 滴灌技術公司(10月14日).....	31
七、 Granot 淨水廠(10月15日).....	35
八、 Aryeh Pool 污水淨化中心及 Tifrah 回收水蓄水庫(10月15日)	41
肆、 WATEC 2015 Mottech Water Solutions Ltd. 商務洽談成果.....	45
一、 Motorola IRRInet Water Management Systems 簡介.....	46
二、 IRRInet 系統應用於台灣灌溉事業之探討.....	48
伍、 心得與建議.....	50
陸、 參訪團合照.....	52

壹、目的

- 一、全球氣候變遷及水短缺的問題，已造成人類生存共同的危機。台灣在每年豐沛的雨量下，卻每年都有缺水危機，反觀平均年降雨量只有 436 毫米的以色列，每一滴水都是智慧的結晶，從開發造水的海水淡化，污水回收達 90% 用於農業灌溉、工業及公共工程用途，到獨步全球的滴灌技術及淨水處理與漏水監測，以色列把每一滴水的效率發揮到極致。
- 二、以色列有超過 250 家的水科技公司，讓該國成為水科技輸出的主要國家之一，每年賺進超過 20 億美元外匯，同時幫助非洲、亞洲及拉丁美洲等地解決水源短缺問題，而每屆於以色列舉辦的 WATEC 水科技博覽會，更吸引世界各地的水專家關注和尋求解決水源危機之方法。
- 三、台灣以色列商業文化促進會與駐台北以色列經濟文化辦事處共同籌組「2015 以色列水科技參訪團」(以下簡稱參訪團)，邀請國內水科技領域之產、官、學界代表前往以色列參觀水科技展(WATEC 2015 Israel，以下簡稱 WATEC)，實地走訪以色列主要水科技公司，看以色列如何在沙漠中開創水資源，在最缺水的地方，造就最先進的水資源科技。
- 四、駐台北以色列經濟文化辦事處邀請本會參加 2015 年於特拉維夫舉辦之水科技展，本會派農田水利處灌溉管理科朱孝恩技正參加，另邀請農業工程研究中心劉日順助理研究員及淡江大學水資源管理與政策研究中心謝明凱組長共同參訪。希冀就國內目前灌溉管理面所面臨之困境及新興議題，能由本次參訪自以色列學習相關經驗，並拓展後續之交流合作契機。



圖 1-1 參訪團參訪 Mekorot 公司淨水場

貳、過程

一、組團

(一)駐台北以色列經濟文化辦事處邀請本會參加 2015 年於特拉維夫舉辦之水科技展，本會派農田水利處灌溉管理科朱孝恩技正參加，另邀請農業工程研究中心劉日順助理研究員及淡江大學水資源管理與政策研究中心謝明凱組長共同參訪。

(二)參訪團全數成員如圖 2-1 及表 2-1。

二、行程

依主辦單位規劃安排之行程與活動內容，包括前後起返程，詳如表 2-2 所示，參訪點位地圖標示如圖 2-2(僅列出農委會農田水利處、淡江大學水資源管理與政策研究中心、農業工程研究中心等單位參與的部分)。



圖 2-1 以色列水科技參訪團於桃園機場出發前合影

(前排左起：劉日順、朱孝恩、賴建信、李丁來、盧烽銘、魏亦明、陳紀衡；
後排左起：溫峻瑜、謝明凱、林初龍、隋家文、鄧碧惠、魏逸明、林俊誠、潘海洋)

表 2-1 2015 以色列水科技參訪團成員名單

編號	團員	職稱	中文公司名稱
1	溫峻瑜	秘書長	台灣以色列商業文化促進會
2	林俊誠	總經理	以西科技股份有限公司
3	林初龍	經理	台灣永光化學工業股份有限公司
4	賴建信	副署長	經濟部水利署
5	魏逸明	總經理	冷研科技有限公司
6	魏亦明	廠長	冷研科技有限公司
7	朱孝恩	技正	行政院農業委員會農田水利處
8	劉日順	助理研究員	財團法人農業工程研究中心
9	謝明凱	組長	淡江大學水資源管理與政策中心
10	李丁來	處長	台灣自來水公司漏水防治處
11	盧烽銘	組長	台灣自來水公司漏水防治處
12	陳紀衡	鎮長	南投縣集集鎮
13	鄧碧惠	鎮民代表	南投縣集集鎮
14	隋家文	負責人	益將工程技術顧問有限公司
15	潘海萍	商務官	駐台北以色列經濟文化辦事處

表 2-2 以色列水科技參訪團行程

日期	時間	地點	內容簡介
10/11 (日)	11:50-13:45	台灣→香港	搭乘國泰航空 CX421 啟程赴香港。
	16:30-23:20	香港→以色列	搭乘以色列航空 LY76 抵達以色列特拉維夫。
10/12 (一)	09:00-12:00	以色列 理工學院	參訪以色列理工學院水資源研究院；參觀無國界工程師在衣索匹亞北部替一間學校建造供水系統的介紹。
	15:00-17:00	Hadera 海淡廠	參訪 Hadera 海水淡化廠，該廠為政府 BOT 專案，完成於 2009 年，由 IDE 集團建造，年產量可達 1.3 億噸，被視為利用 SWRO(海水逆滲透)技術的旗艦代表作。
10/13 (二)	10:00-17:00	WATEC 特拉維夫	參觀 WATEC 水科技展；安排重要參展公司之正式洽談。
	19:00	Hasuca Halevana sea food restaurant	駐特拉維夫台北經濟文化辦事處晚宴。

日期	時間	地點	內容簡介
10/14 (三)	09:00-11:30	Shafdan 污水廠	參觀 Igudan Center 及 Shafdan 以色列最大污水處理廠,在特拉維夫市近郊的 Igudan- Dan region association,是由 5 個城市出資成立的非營利組織,此組織成立了 Dan region water 公司,並建造了 Shafdan 污水處理廠,可以回收 85% 的家庭與工業廢水,經過再潔淨後使用在農業上,不做民生用水。不僅是以色列最大的污水處理廠,也是全球最大的污水廠,每天處理水 30 萬噸,涵蓋大特拉維夫地區 250 萬人。
	13:00-14:30	Netafim 公司	參觀 Netafim 滴灌技術公司舉世聞名的滴灌技術,並實地參觀農場的生活。
10/15 (四)	10:00-11:30	Granot 鹽水淡化廠	參觀 Granot 半鹹水淡化廠,該廠之建置屬於以色列海岸地下水層復育計畫中之其中一個水處理廠。該計畫係為防止以色列中部山區地下鹽水往西部沿海地下水層入侵,故規劃由北至南設至 40 個地水鹽水層水井,構築成一系列井牆,將地下鹽水抽出後再進行淡化,可作為民生用水,並減緩或復育沿海一帶地下水鹽化的情形。
	13:30-14:30	Aryeh Pool 污水淨化中心	參訪以色列南部沙漠 Aryeh Pool 污水淨化中心,其接收南部貝爾謝巴前處理過後的生活污水,再由淨化水池進行處理,利用獨特的過濾技術及紫外線消毒,處理過的水源用於農業灌溉及公園綠地景觀澆灌。
	15:00-16:00	Tifrah 回收水蓄水庫	參訪以色列南部沙漠 Tifrah 回收水蓄水庫及農業區。從 Aryeh Pool 淨化水池處理過後的水集中到 Tifrah 蓄水庫,高品質的水源帶給當地農業多樣的選擇性,除了原有的棉花及牛飼料之外,農夫還可以種植蔬菜和水果。回收水的價格又比自來水便宜,農夫又可以開墾更多的荒地。實在是沙漠變良田的最佳寫照。
	22:00	以色列→香港	搭乘以色列航空 LY75 離開以色列赴香港轉機
10/16 (五)	16:25-18:15	香港→台灣	搭乘國泰航空 CX400 由香港返台

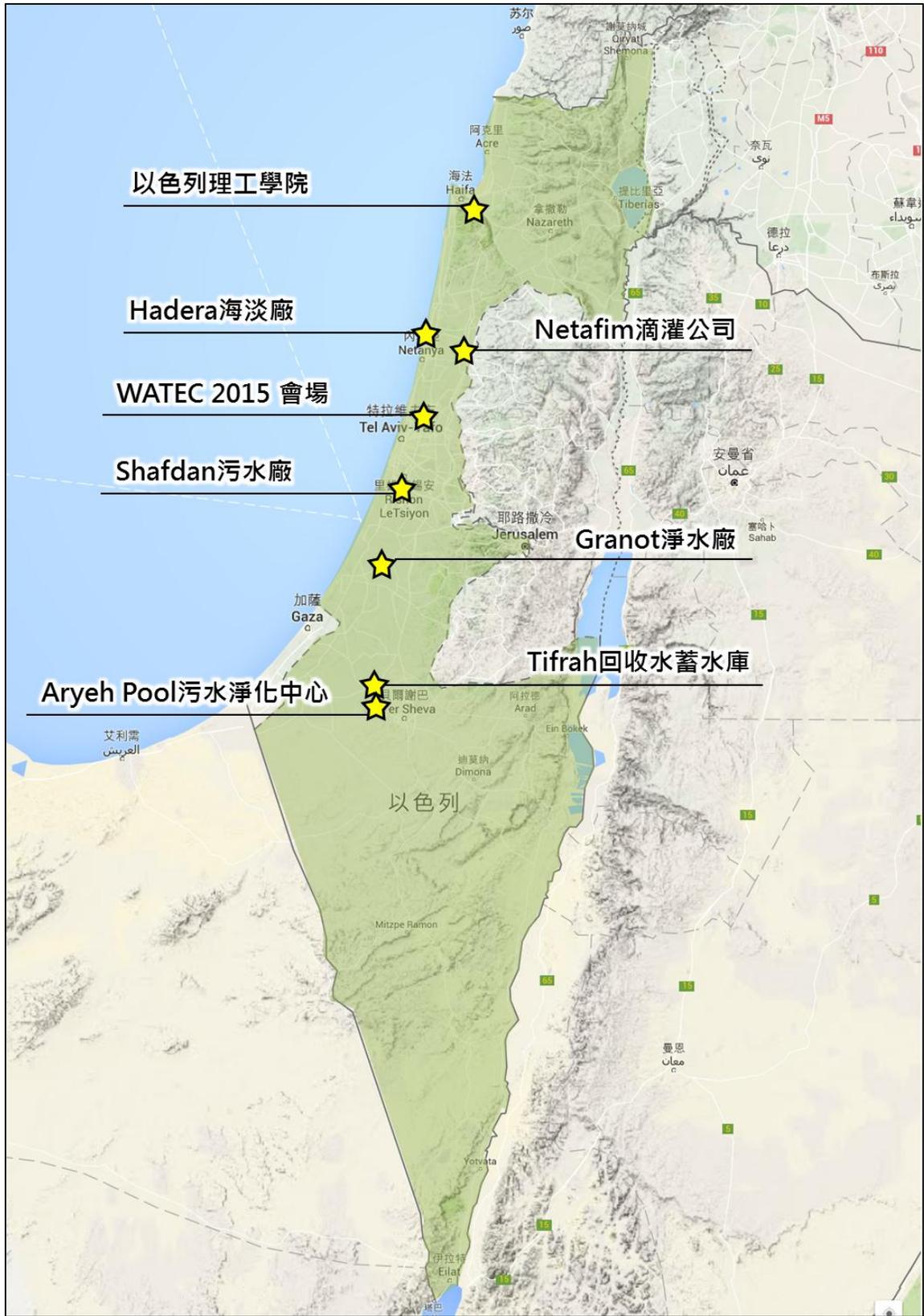


圖 2-2 以色列水科技參訪團參訪點位地圖

參、實地參訪行程

以下逐一介紹參訪觀摩以色列理工學院水資源研究院、以色列理工學院工程無國界、Hadera 海水淡化廠、WATEC 2015 展場、Shafdan 污水處理廠、Netafim 滴灌技術公司、Granot 淨水廠、Aryeh Pool 污水淨化中心、Tifrah 回收水蓄水庫等單位(地點)的參訪內容。

一、以色列理工學院水資源研究院(10月12日)

以色列理工大學的水資源研究院(Grand Water Research Institute, 以下簡稱 GWRI)成立於 1993 年,專注於科學、科技、工程及管理水資源各面向的研究,尤其是與以色列水資源發展方向的議題,包含水處理、海(鹹)水淡化、水再生利用、水資源保育、水文、水環境微生物、水資源政策及管理。

GWRI 共有 5 個實驗室: Rabin Desalination Laboratory、Gilbert Laboratory for Water Quality and Water Treatment、Laboratory for the Treatment of Wastewater and Reuse、Laboratory for Fluid Flow Management、Water Resources Management Laboratory。

本次參訪 GWRI,主要安排了 3 場簡報及海水淡化模場實驗設備參觀,重點內容點列記述如下。

(一)簡報 1: Introducing the GWRI research activities (Prof. Uri Shamir)

1. 以色列理工大學介紹:

- (1) 以色列理工大學設立於 1912 年,早於以色列復國宣布獨立(1948)約 36 年。
- (2) 以色列理工大學共有 3 位諾貝爾獎的獲獎者,皆在化學的領域。

2. 以色列水資源問題

- (1) 以色列過去有 20~25%的淡水資源係來自北邊的加利利海(內陸海,屬淡水資源),但因著其他水源的開發,對於加利利海的依賴性已大幅下降。
- (2) 以色列全境(包含加薩及猶太-撒馬利亞地區)的淡水資源約為每年 17 億噸,實際屬以色列管轄區的淡水資源則為每年 12 億噸。

(3) 以目前 840 萬的人口來計算，平均每人每年分配的淡水資源為 143 噸，遠低於聯合國指出的每人每年最低需求量 1,000 噸。

3. 以色列水資源再利用情形

(1) 以色列目前有約 90% 的民生污水經處理後可再利用，主要用於農業用途。

(2) 目前農業灌溉用水的 50% 水量係來自於再生水。

(3) 污水再生的水價約僅一般水價的 2/3。

4. 以色列水淡化技術現況

(1) 全世界目前水資源使用中 有 1.7% 係來自於海(半鹹)水淡化。淡化水量已達每天 0.8 億噸，有超過 16,000 個淡化廠。淡化水量的年成長率達 10~12%。

(2) 以色列海(半鹹)水淡化之水資源量已達每年 6 億噸，處理過程中的濃縮 2~3 倍的廢水再回流入海。

5. 結語

(1) 淡化技術可運用於海水淡化、半鹹水(brackish water)淡化、民生污水淡化，減低鹽度後，提升水資源的再利用性。

(2) 海(半鹹)水淡化技術必須要考量的幾個關鍵因子包含持久運作性、系統可靠性、成本等 3 個因子。

(二)簡報 2：Integration of a bioreactor with advanced oxidation process as a pretreatment for wastewater desalination (Prof. Carlos Dosoretz)

1. 污水處理再生的目標包含一般鹽類、重金屬、營養鹽、溶解性有機物、微量有機污染物的移除。

2. 污水處理再生的挑戰包含處理過程中所產生的濃鹽度鹵水的處理問題，以及處理單元的薄膜的物理性或生物性積垢問題。

3. 本簡報所介紹的研究主題在於薄膜技術進行淡化處理前的污水預處理，作為解決薄膜積垢的方法。

4. 研究發現生物處理反應槽搭配高級氧化程序，可進一步提升水質，並可提升後續薄膜技術進行淡化處理程序的效能。

(三)簡報 3：Advanced technology for water production (Assistant Prof. Guy

Ramon)

1. 目前最先進的淡化技術為逆滲透(reverse osmosis，以下簡稱 RO)。
2. 現階段 RO 技術的處理程序，能源耗用程度與早年相比已大幅下降。在 1970 年代，每處理 1 噸水的能源需求是 15 kWh，目前已可降至約 2 kWh。
3. 淡化技術的初置成本約佔總成本的 38%，能源支出成本約佔 32%。
4. 能源支出的主要原因為處理程序的積垢問題。
5. 薄膜積垢問題的解決對策包含：較低的水通量、提升前處理的出流水水質、化學清潔等方式。各有其優點及缺點。如，若較低的水通量，卻要達到相同處理水量，意謂著較大的處理廠面積需求。若提升前處理規格，亦需額外的處理設備設置及操作維護成本。化學清潔程序則有系統中斷及薄膜損壞的問題。
6. 目前正在進行具自我清潔能力的薄膜技術(self-cleaning membrane)，希望能解決積垢問題，有效提升薄膜處理程序的持久運作性、可靠性並減少能源耗用支出。

(四)實驗設備參觀：模場規模的 RO 海水淡化實驗(Dr. Liat Birnhack)

1. RO 技術需要外部施加壓力於原水端，使水分子通過鹽類無法通過的薄膜以達到淨化的目的。
2. 在以色列，RO 淡化水的技術，有 50%是運用於海水淡化。然而，海水中的硼的移除是個問題。由於硼於一般中性水質不帶電，故可通過薄膜而無法移除。硼的移除需要將 pH 值調高，使其帶電，方能有效透過 RO 移除。
3. 然而，在高 pH 下，碳酸鈣結晶形成，並將導致積垢問題，而海水中的鈣成分極高。海水中的總溶解固體達 37 g/L。
4. 解決上述問題的方式，首先將原海水 pH 調降，此時碳酸的來源二氧化碳於水中為未解離態，不帶電且具揮發性，此時再進行曝氣，可將二氧化碳於水中趕出，故可使碳酸於水中的成分移除。
5. 移除水中二氧化碳後即可提升 pH，此時再進行 RO 程序即可移除水中的硼。



Grand Water Research Institute – GWRI Technion-IIT

Mission - Challenges - Activities

The mission of the GWRI is to be a center of excellence of international caliber, the leading water research institute in Israel - concentrating in particular on topics of relevance and importance to Israel, the Mediterranean region and Globally

Main activities

- Water Treatment
- Desalination
- Treatment and reuse of wastewater
- Preservation of water resources
- Hydrology – source quantity and quality
- Water and environmental microbiology
- Water resources management and policy
- Management of urban water systems

Desalination

Membrane development/testing

Biological treatment

Wastewater UF/NF/RO

Post-treatment Ca-Mg enrichment

Micro-Nano systems

Hydrology/irrigation conservation

Sensing water sources

Plant/soil monitors

Direct monitoring

Advanced chemical analysis

Isotope use

Water resources management distribution / optimization risk anal. / security

Enviromatics, multi modal sensor-networks

Environmental Microbiology

Vibrio cholerae

Phylogenetic relationships among 254 *V. vulnificus* isolates

Contact us:
 Stephen and Nancy Grand Water Research Institute,
 Stephen & Nancy Grand Building, Technion City, Haifa 32000, Israel
 gwritm@wri.technion.ac.il, Fax: -9724-8224246, Phone: 972-4-8293351, <http://gwri.technion.ac.il/>

圖 3-1-1 以色列理工學院水資源研究院的研究範疇海報



圖 3-1-2 以色列理工學院水資源研究院的 RO 海淡模場試驗設置



圖 3-1-2 以色列理工學院水資源研究院門口立牌

二、以色列理工學院工程無國界(10月12日)

以色列理工學院工程無國界(Engineers without Borders Technion – Israel，以下簡稱 EWB Technion)，由該校土木與環境工程學系的 Prof. Mark Talesnick 成立於 2008。目前成員來自各系所的教師、職員及學生。目前執行的計畫包含位於尼泊爾的沼氣能源計畫、位於以色列的風力發電計畫、位於以色列的太陽能暖房計畫、位於伊索匹亞的雨水蓄水利用計畫。

本次參訪 EWB Technion，主要係由學生成員 Orit Aviran，基於工程師存在的目的係解決最基本的民生問題的這個原則，介紹伊索匹亞的雨水蓄水利用計畫的成果，重點記述點列如下。

1. Meskele Kristos 是位於伊索匹亞北部的一個小鎮，人口約有 4,000，主要以農業為生。該村的主要水源來自的一個手動操作的淺水井，以及一些流量不大的天然湧泉。另外，由於夏季為雨季，當地居民亦以一些水坑儲水備用，然而，水質及水量皆無法滿足所需，農業亦無法有效發展。特別是當地有一個 K-8 制的學校共約 600 位學生，該校離水源約 1 公里，飲用水的取得並不容易。
2. 2013 年 EWB Technion 首度造訪該鎮，並決定為學校尋找水資源解決方案。經過研商探討後，EWB Technion 決定採行雨水收集策略，主要規劃將降於該校建築物屋頂的雨水，導引至建造於地面上的小型蓄水設施，該蓄水設施係利用壓縮土磚(compressed earth block, CEB)，採用當地原物料，可由當地居民親自完成，屬簡單且環保永續的作法。
3. EWB Technion 在以色列研製了 CEB 生產機具，並至當地試做了一個 CEB 蓄水池原型。同一時間，EWB Technion 再利用伊索匹亞當地的石材建造了雨水收集系統。
4. EWB Technion 在當地亦教導居民有關衛生的知識，並訓練當地居民進行蓄水系統的操作維護。EWB Technion 及伊索匹亞的其他非營利組織將持續為當地的水資源、能源及健康問題尋求解決方案。

Engineers Without Borders Technion – Israel
was established in 2008 by Prof. Mark Talesnick from the faculty of Civil and Environmental Engineering. **EWB Technion** involves students, faculty and staff of different departments. The Technion group is currently involved in projects in Israel, Nepal and Ethiopia.

Our groups:

Biogas – Nepal

From organic waste to clean cooking solution



Wind – Israel

Wind energy and environmental education



Negev – Israel

Solar heating solution for Bedouin kindergartens



Water supply – Ethiopia

Rain harvesting system to supply clean water



Contact us



Engineers Without Borders Technion



orit Aviran
ewb.technion@gmail.com



www.ewb.org.il



EWB
Technion
Engineers
Without
Borders



圖 3-2-1 EWB Technion 的計畫(翻拍)



圖 3-2-2 EWB Technion 的 Ms. Orit Aviran 介紹伊索匹亞蓄水計畫

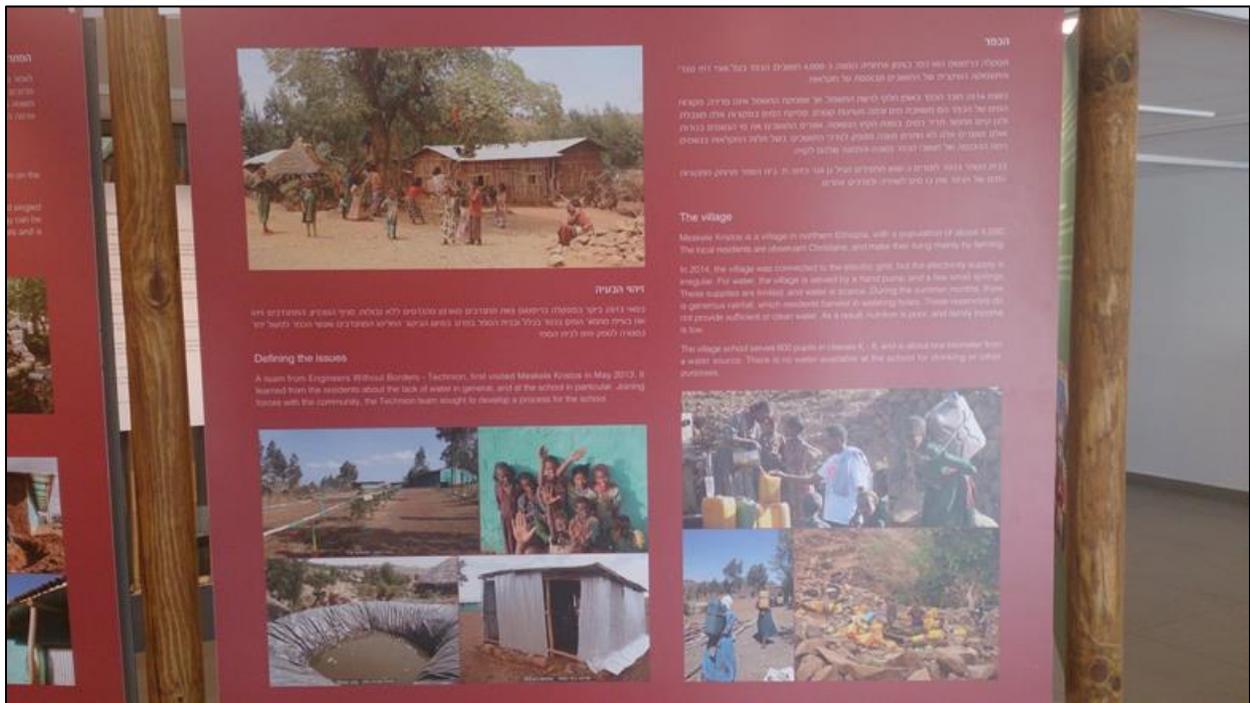


圖 3-2-3 EWB Technion 的伊索匹亞蓄水計畫海報

三、Hadera 海水淡化廠(10 月 12 日)

Hadera 海水淡化廠為政府 BOT 專案，完成於 2009 年，由 IDE 集團建造，以逆滲透(RO)薄膜技術進處淡化海水，最大淡水產量達每日 525,000 噸，被視為利用 SWRO(海水逆滲透)技術的旗艦代表作。該廠利用 IDE 獨家壓力控制之專利、硼移除系統等技術去提升產量，減少能耗並提供高品質的再生水。本次參訪由先進行簡報後，再進行廠區參訪。參訪重點記述點列如下。

1. 目前在以色列，IDE 提供 60%的淡化水資源，約每年 3.6 億噸，其中 Hadera 的年產量達 3 分之 1 強，約每年 1.27 億噸。
2. 海水淡化程序有幾個重要步驟：取水設施、前處理、逆滲透單元、脫硼、後處理(礦化)。其中前處理係利用過濾技術移除懸浮固體物。
3. Hadera 的逆滲透單元利用到 IDE 高壓控制技術，有能源回收系統。
4. 從進流到出流的整個運作處理流程僅 45 分鐘。每噸淡水的產出耗能為 3.2 kWh。
5. 由於 RO 處理過得的出流水純度高，並不適於飲用，故在作為自來水配送出去之前，亦在該廠廠區進行礦化處理，即添加石灰增加水中的礦物質成分。
6. 所產出的水以約每噸 0.65 美元賣給以色列政府後，再由政府以每噸約 2.8 美元賣給人民。
7. 由於 Hadera 廠臨近一處電廠，故淡化程序所產生之濃縮廢水(約 5%)與電廠冷卻水放流水(約 95%)一併混合後排放，故在排放入海前已大幅稀釋。
8. 在以色列，像 Hadera 這種大型處理廠興建計畫，建造前皆須完成環境影響評估。
9. 目前全球最大的海水淡化廠為以色列的 Sorek 廠，亦為 IDE 所建，完成於 2013 年，日最大產量為 624,000 噸。
10. Sorek 廠係以預鑄工法完成，故建造期程很短(2011 年 1 月動工，2013 年 10 月即完成)。



圖 3-3-1 Hadera 海淡廠鳥瞰圖(翻拍)



圖 3-3-2 參訪團參觀 Hadera 海淡廠加壓泵機房



圖 3-3-3 參訪團參觀 Hadera 海淡廠 RO 單元



圖 3-3-4 參訪團試飲 Hadera 海淡廠礦化後的再生水

四、WATEC 2015 展場 (10 月 13 日)

WATEC (The International Exhibition & Conference on Water Technologies & Environmental Control)為每兩年舉辦一次的在以色列的水科技展業博覽會。本次 WATEC 於 10 月 13 至 15 日在以色列的特拉維夫 TLV 會議中心舉辦。參訪團由於還有其他參訪行程的考量，故僅於第 1 天至會場參觀。

本次參展公司達百間以上，礙於時間有限，參訪團僅至安排至特定公司展位瞭解拜訪，包含 Tahal Group、Mekorot Group、PowerCom、Blue I、Mottech、UET、Aqwise、ARI、BERMAD、Ball-Tech 等。

其中 Mottech 在灌溉供水自動測報領域特別有值得我國參考、諮詢、比較的地方，故於該公司展位停留較久的時間，並亦取得寶貴資訊，相關成果將另外專章說明。

參訪團參展公司之服務或產品的標榜說明簡要介紹如下。

1. Tahal Group：成立於 1952 年，是以色列第一個政府設立公司，目標在於解決以色列地區最大的挑戰，即如何將乾燥的土地轉化成有肥沃的土地。Tahal Group 在以色列及其他國家已有執行相當多的工程設計及施工專案，在水資源管理、水處理及地下水處理、農業發展、固體廢棄物處理、能源開發、等領域皆能提供規劃設計、監管、營運、財務等專業服務。特別值得一提的事，該公司認為水稻用水量精簡大有可能，且極有自信，樂於與參訪團有後續的接洽聯繫並商談合作事宜。參訪團提及台灣的小農農作產銷事宜，Tahal 自認若有機會合作，能提供全套從灌溉水資源、作物生產到產銷管理的服務。
2. Mekorot Group：Mekorot 是以色列國家水公司(100%官股)，類似台灣的自來水公司，但 Mekorot 另外在於水資源管理、水處理、水安全、淡化技術、廢水處理與再生等領域皆有所專長。在以色列，有 60%的污水再生係在該司所屬污水廠所完成。另外，海水淡化、地下鹽水淡化、暴雨管理、降雨強化等亦屬該公司專長領域。Mekorot 的一個重要的以色列水資源計畫為新國家水資源輸送計畫(New

National Water Carrier)，主要係將以色列沿地中海之海水淡化廠的水聯結至國家配水網路，以將再生海淡水能夠輸送國家的每一個角落。另外，Mekorot 的 WaTech (Water Technology Entrepreneurship Center)提供了和新創公司、學術單位、其他企業的一個交流合作平台。

3. PowerCom：該公司主要業務為輸水管路的監控及資訊傳輸。透過密集監控能有效察覺輸水異常情形的發生，如管線漏水等。其於展場介紹的資訊彙整傳輸機型，可安裝於某一地區，同時接收鄰近數千台監測儀器傳送之低頻訊號，再集中輸送之遠端伺服器系統進行資訊彙整。透過這資訊即時回傳的方式，可即時且精準的掌握供水異常的管路所在位置。
4. Blue I：提供線上水質自動監測及控制設備，服務對象包含工業用戶、水處理用戶、污水處理用戶等。其提控之設備具高精準性、低耗能及簡易維護性。其自動監測設備之水質監測參數包含餘氯、酸鹼度、氧化還原電位、濁度等。Blue I 表示其價格比大廠 HACH 要實惠，故在性價比上更具競爭性。
5. Mottech：主要產品為先進的灌溉水管理監控系統，可應用的領域包含農業灌溉、景觀澆灌、輸水管網、民生配水等。在農業灌溉上，透過水資源的有效利用、減少能耗、減少人力成本、增加作物產能。所使用的技術是 Motorola 的 IRRInet 資訊傳輸技術，相關細節及其與現階段台灣農田水利會的自動測報系統比較將另於本報告的專章說明。
6. UET：提供無化學物添加的水質管理方案，主要可應用於工業或電廠的熱交換系統、冷卻系統的水質管理。一般熱交換或冷卻系統的操作維護上問題發生在腐蝕及積垢的問題，一般而言需要藉由物理性的清洗或化學性的方法去管理水質，以避免腐蝕或積垢問題，並衍生系統效能下降的情形。UET 的管理方案，原理上係以外加電極及施加電場的方式，穩定並中和水中的腐蝕性或積垢性，甚至能解決微生物生長的情形。

7. Aqwise：主要產品為生物反應槽中的生物生長附著媒材。該公司所發展的媒材為專利設計，具有比表面積大且耐用性高等特點。該媒材可應用於水處理、污水處理、工業廢水處理。生物反應槽的主要目的係有機物的移除，即透過水中微生物去分解水中的有機污染物，亦即可降低水中的生化需氧量(BOD)，而該公司的媒材可藉著提供微生物附著生長的基材，去強化生物分解作用。
8. ARI：主要產品為輸水管線中的各式筏門。透過合式筏門的選用，如氣筏、逆止筏、控制筏等，將可有效保護輸水系統。這些筏門可應用於自來水配水、廢污水輸水線、工業用水輸水、農業用水輸水等管線的運用。
9. BERMAD：主要服務為輸水管線管理，透過水壓監控及筏門的選用，能有效節水避免浪費。BERMAD 除了提供設備外，亦提供全方位的諮詢服務。其針對漏水損失的主要對策即在於壓力控制，比如，夜間及日間的居民用水量不同，故可調節合適水壓，一面能用水高峰時段滿足供水需求，一面則可於低用水時段減壓減少漏水損失。
10. BallTech：主要產品為熱交換器的清洗系統、電解除垢系統、不需反沖洗的砂濾系統(WSMF, Whirled Sand Media Filter)。其在展場展示的 WSMF，原理係透過側流使砂濾床最底部的濾砂，於壓降到達某一程度時，回沖至濾床最上層，而在回沖的過程中被清洗乾淨。透過如此方式，可免除反沖洗，使過濾系統的運作更可靠且不需中斷。



圖 3-4-1 WATEC 2015 展場入口及 RO 處理行動車

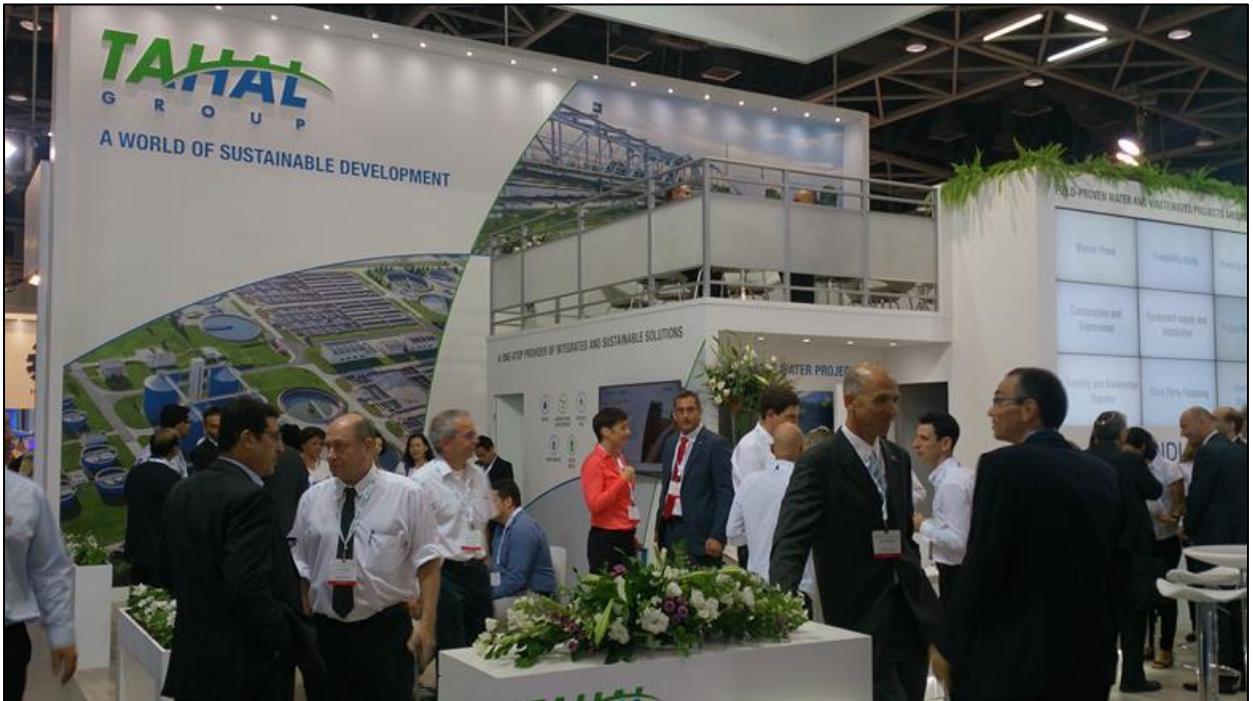


圖 3-4-2 參訪團參訪 WATEC 2015 展場 Tahal Group 展示攤位

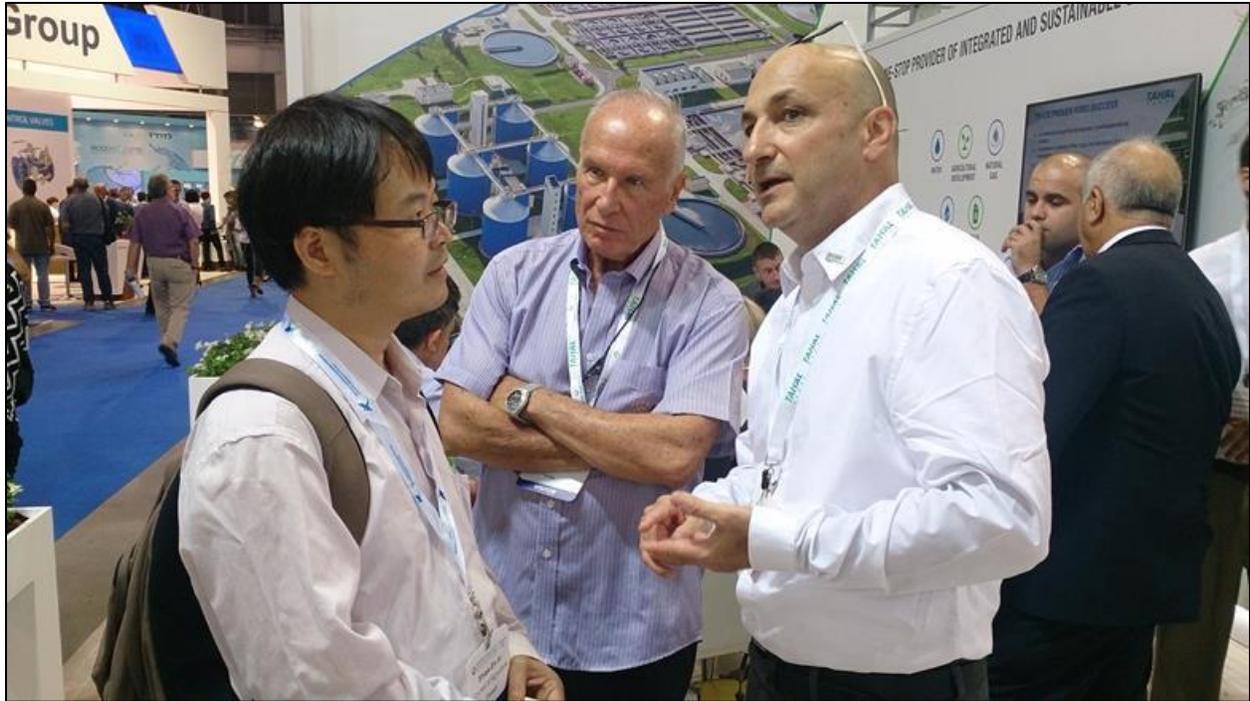


圖 3-4-3 WATEC 2015 展場 Tahal Group 與我方 1 對 1 商談



圖 3-4-4 參訪團參訪 WATEC 2015 展場 Mekorot 展示攤位



圖 3-4-5 WATEC 2015 展場 Mekorot 向參訪團簡報



圖 3-4-6 WATEC 2015 展場 Mottech 向我方進行產品介紹

五、Shafdan 污水處理廠(10 月 14 日)

Shafdan 是以色列最大的污水處理廠。在特拉維夫市近郊的 Igudan-Dan Association，是由鄰近 5 個城市出資成立的非營利組織，此組織成立了 Dan Region Water 公司，並建造了 Shafdan 污水處理廠，可以回收 85% 的家庭與工業廢水，經過潔淨後使用在農業上，惟並不作為民生用水。Shafdan 污水處理廠不僅是以色列最大的污水處理廠，也是全球最大的污水廠，該污水處理廠每天處理水 30 萬噸，涵蓋特拉維夫地區 250 萬人所產生的污水量。以下為本次參訪重點點列說明。

1. 整個廢污水收集輸送系統由 4 組直徑 120~300 公分的輸水管組成主要輸送管路，共 7 個加壓泵站，全長達 120 公里，總流量可達每小時 14,000 噸，將廢污水送達 Shafdan 污水處理廠，每日處理量達 370,000 噸。
2. Shafdan 污水處理廠共有數個處理程序：前處理、初沉池、生物反應槽、終沉池。
3. 其中初沉池及終沉池的污泥透過濃縮程序(濃縮至 5% 固體量)、製成肥料加工程序、厭氧消化、離心去水(濃縮至 25% 固體量)、處理過污泥儲存設施，最終可作為農業用肥料。
4. 前處理、初沉池、生物反應槽、終沉池單元說明如下。
 - (1) 前處理：利用間距 100、20、6 mm 等不同等級之攔污柵移除廢污水中的大型固體物，並能將砂石及礫石等於水中分離移。
 - (2) 初沉池：目前共以 20 個初沉池，每個為 45 公尺長，12 公尺寬。可有效移除水中高比例的懸浮固體物，產生的污泥送至厭氧消化槽。
 - (3) 生物反應槽：目前共 4 個生物反應槽，每個容量達 55,000 立方米，每個反應槽有 36 個機械式表面曝氣設備。在生物反應槽中，廢污水可進行有機物的氧化、硝化、脫硝等生物反應。停留時間為 16 小時。
 - (4) 終沉池：共 12 個終沉池，每個 7,500 立方米，停留時間約 5 小時。處理過後的水會再送至高級處理程序，產生的污泥送至

污泥濃縮單元。

5. 經過 Shafdan 污水處理廠的二級放流水，會再輸送至南方內蓋夫沙漠地區由 Mekorot Group 進行高級處理，其處理方式為將二級放流水灌注在土壤進行處理(Soil Aquifer Treatment, SAT)。
6. SAT 此係利用天然土壤及其中微生物進行過濾、吸附、離子交換、及有機物質的生物分解作用，以進一步改善水質。
7. 水灌注於土壤後進入成為地下水，停留約一年的時間，再抽取上來作為再生水進行利用。抽取井數已逾 120 個，並透過 150 公里的管線供應給再生水利用端。
8. 每年 Shafdan 污水廠及 SAT 處理後的再生水量可達 1.3 億噸，作為內蓋夫沙漠地區的農業灌溉用水。1.3 億噸的水量約以色列年需水量的 10%。另外，實際由地下水井抽水量達 1.55 億噸，以確保所有的再生水皆抽出再利用。
9. Shafdan 污水處理廠另有進行二級放流水的逆滲透淡化試驗，以瞭解其實務推動的可行性。



圖 3-5-1 Shafda 污水收集主要管線及泵站空拍圖(翻拍)



圖 3-5-2 Shafda 污水處理廠空拍圖(翻拍)



圖 3-5-3 Shafdan 污水廠向參訪團進行簡報



圖 3-5-4 參訪團專心聆聽 Shafdan 污水廠代表之簡報



圖 3-5-5 Shafdan 污水廠代表向參訪團解說污水處理程序



圖 3-5-6 Shafdan 之二級處理生物生應槽



圖 3-5-7 Shafdan 之污泥輸送設備



圖 3-5-8 Shafdan 二級放流水再經 SAT 處理示意模型

六、Netafim 滴灌技術公司(10 月 14 日)

Netafim 是舉世聞名的滴灌技術公司。於 1965 年成立，於 1966 年推出全球第一個商業化的滴灌設備，1978 年進一步推出具壓力補償機制的滴灌設備，2007 年推出全球第一個低流量滴灌設備。今年為該公司成立的第 50 年。

滴灌及微灌技術，使得低壓且精準的配水得以可能，水及其中營養鹽直接被傳輸到植物可利用的根系土壤，再搭配不同作物、土壤型態、氣候等專特化供水期程細密控制，使得水及營養鹽的使用效率大幅提升，作物產量也能明顯增長。

滴灌技術的應用極為廣泛，從小農到大規模耕作的農場、各式作物、土壤地形等皆能應用。除了滴灌設備的供應，Netafim 也提供管路、灑水系統、作物管理、溫網室栽培等全方位解決方案。Netafim 目前全球有 28 個子公司、16 個製造廠及超過 4,000 位員工。

以下為參訪 Netafim 時的簡報及現場觀模之重點說明。

1. 預計在 2050 年時全球人口將達 90 億。目前農業用水達總用水量之 69%。然而即便在今日，農地的灌溉方式有 80% 的土地是利用雨育，僅 20% 是有系統的灌溉行為。而這 20% 中，又有 80% 是用漫灌或溝灌，12% 是用噴灌，其餘僅少數為有效率的滴灌、微灌等技術。很明顯的，人類的灌溉方式可以有大幅調整的可能性。
2. 透過滴灌技術，作物收成將可成長，且不必受限於氣候因素，可穩定且持續的供水。最終，每單位面積的供灌水量將可大幅減少。滴灌可減少 50% 的水量使用、灌溉效率可提升 30%、產量提升 200%。
3. 目前全球已有 1 千萬公頃的農地使用 Netafim 的滴灌技術，過去 50 年 Netafim 共生產了 1,500 億個滴灌頭。
4. Netafim 的滴灌設備所需費用不高，但可靠性高，且操作容易。



圖 3-6-1 Netafim 滴灌公司發展歷史概說(翻拍)



圖 3-6-2 參訪團參訪 Netafim 滴灌公司



圖 3-6-3 Netafim 向參訪團進行簡報



圖 3-6-4 Netafim 實驗農場參觀



圖 3-6-5 Netafim 滴灌管路埋設機具觀

七、Granot 淨水廠(10月15日)

Granot 半鹹水淡化廠之建置屬於以色列海岸地下水層復育計畫(The Coastal Aquifer Rehabilitation Project)中之其中一個水淡化處理廠。該計畫係為防止以色列中部山區地下鹽水往西部沿海地下水層入侵，故規劃由北至南設至 40 個地水鹽水層水井，構築成一系列井牆，將地下鹽水抽出後再進行淡化，可作為民生用水，並減緩或復育沿海一帶地下水鹽化的情形。另一個與本計畫相關的地下鹽水淡化廠為 Lahat 淡化廠。以下為參訪 Netafim 時的簡報及現場觀模之重點說明。

1. 以色列海岸地下水層復育計畫之執行單位為國家水資源公司 Mekorot。Mekorot 具有淡化半鹹水、海水、二級放流水之技術能力，
2. 目前 Mekorot 於以色列及賽普勒斯地區共有 39 座的半鹹水淡化廠、4 座海水淡化廠。每年淡化處理超過 2 億噸的水。Mekorot 具有淡化廠從設計、興建到運轉操作的能力。
3. 以色列中部山區因地質因素，地下水屬半鹹水，並依地勢往西部沿海地下水層移動入侵。為防止以色列中部山區地下鹽水往西部沿海地下水層入侵，並復育沿海一帶地下水鹽化的情形，而有了以色列海岸地下水層復育計畫。
4. 該計畫規劃由北至南設至 40 個地水鹽水層水井，構築成一系列井牆，將地下鹽水抽出後再進行淡化，可作為民生用水。而處理地下鹽水的兩個淡化廠主要為 Granot 及 Lahat 廠，另外 Gat 廠(亦負擔少部分的淡化處理)。
5. 上開 3 廠的處理量分別為每年 1,400、1,400、150 萬噸。水淡化後的濃縮鹵水透過 30 公里長的輸送水路排放至地中海。移除的總溶解固體每年達 50,000 噸。Granot 目前共 3 個處理單元，預計於 2016 及 2017 再擴增 2 個單元；Lahat 目前共 2 個處理單元，預計於 2015 年再擴增 2 個單元，兩廠於 2017 年的總處理量將達到 3,200 萬噸。
6. Granot 及 Lahat 廠的原水水質 TDS 約為 1,900 ppm (一般飲用水標準大約為 500 ppm)。淡化水的回收率約為 80~84%。逆滲透過後的水純度太高，尚需添加石灰增加水中的礦物質。

7. 雖然以色列飲用水質標準中，氯鹽可達 400 ppm，但該國的淡化技術相關法規，規範處理過後的水氯鹽含量不得超過 20 ppm。
8. 淡化後的水需符合 Israel Water Authority 的標準，包含硼為 0.35 ppm，氯為 20 ppm，濁度為 0.5 NTU 等。濃縮鹵水於排放入海前，亦需符合海放的磷酸鹽及硝酸鹽的標準。
9. Granot 廠的原水需先透過過濾設施去除懸浮物質後，才進行逆滲透單元，主要係為保護維護費用最高的薄膜。半鹹水淡化的能耗約為每噸 0.7 kWh。
10. 整體而言，半鹽水淡化廠在操作維護上的挑戰有矽酸鹽類積垢的問題、鹵水處置的問題等。

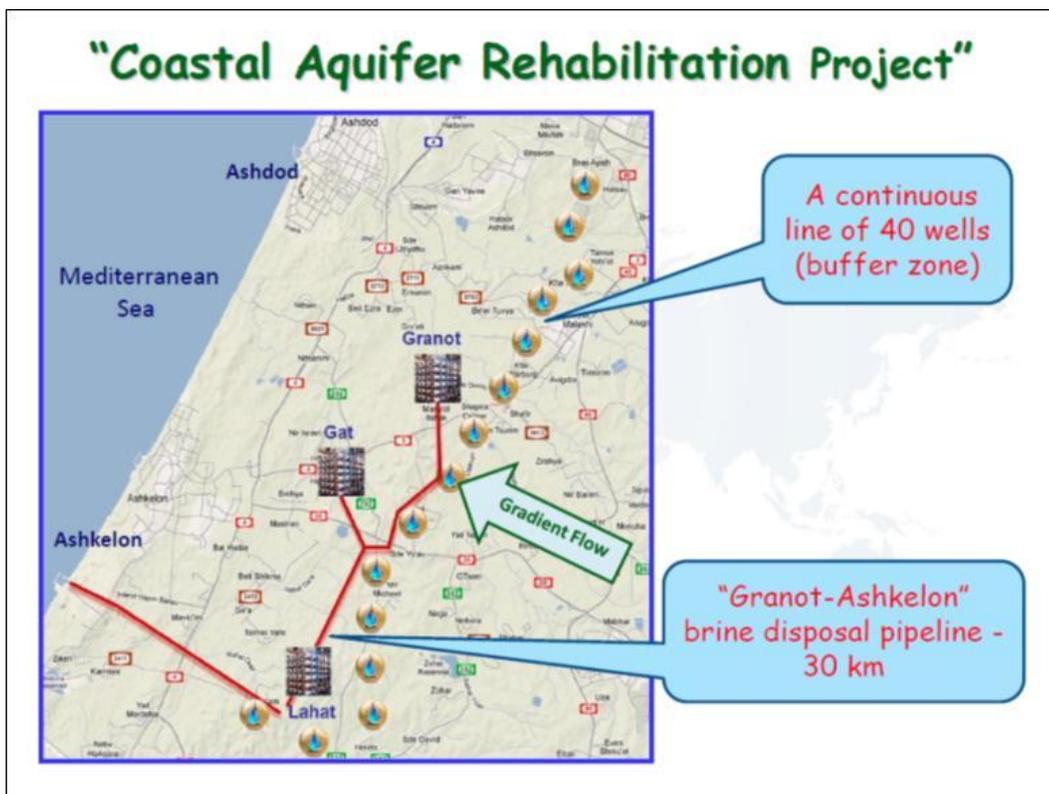


圖 3-7-1 以色列海岸地下水層復育計畫簡報(翻拍)

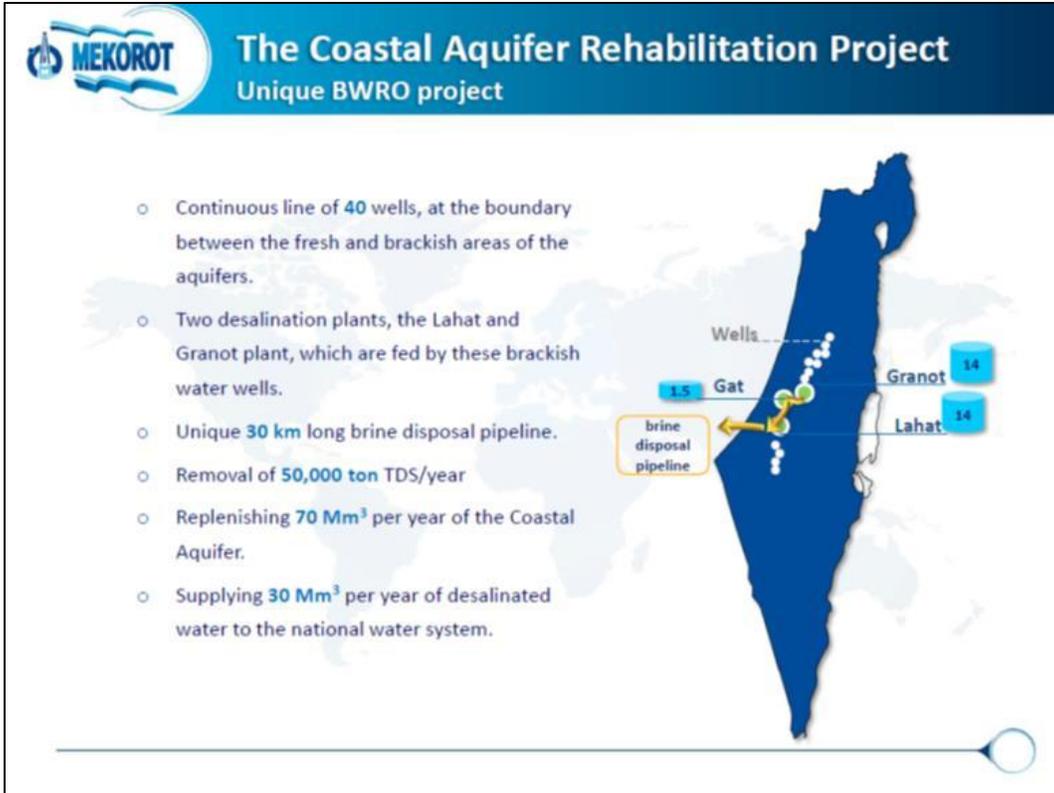


圖 3-7-2 以色列海岸地下水層復育計畫簡報(翻拍)

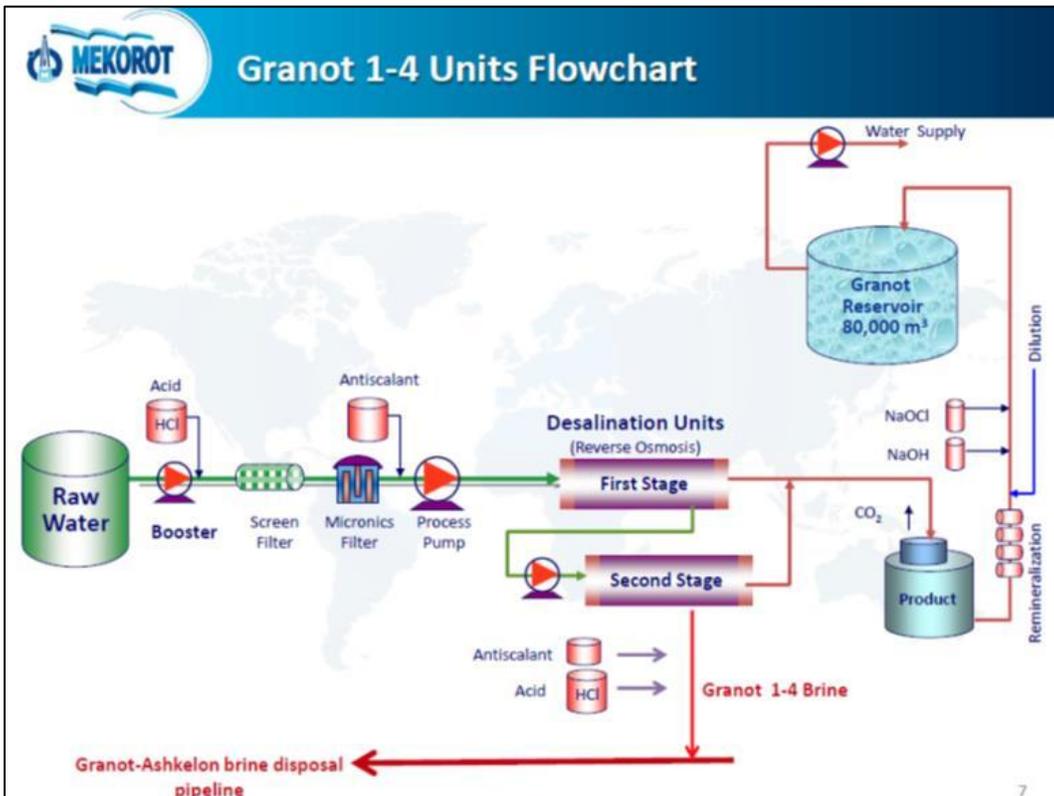


圖 3-7-3 Granot 水淡廠的處理流程示意(翻拍)

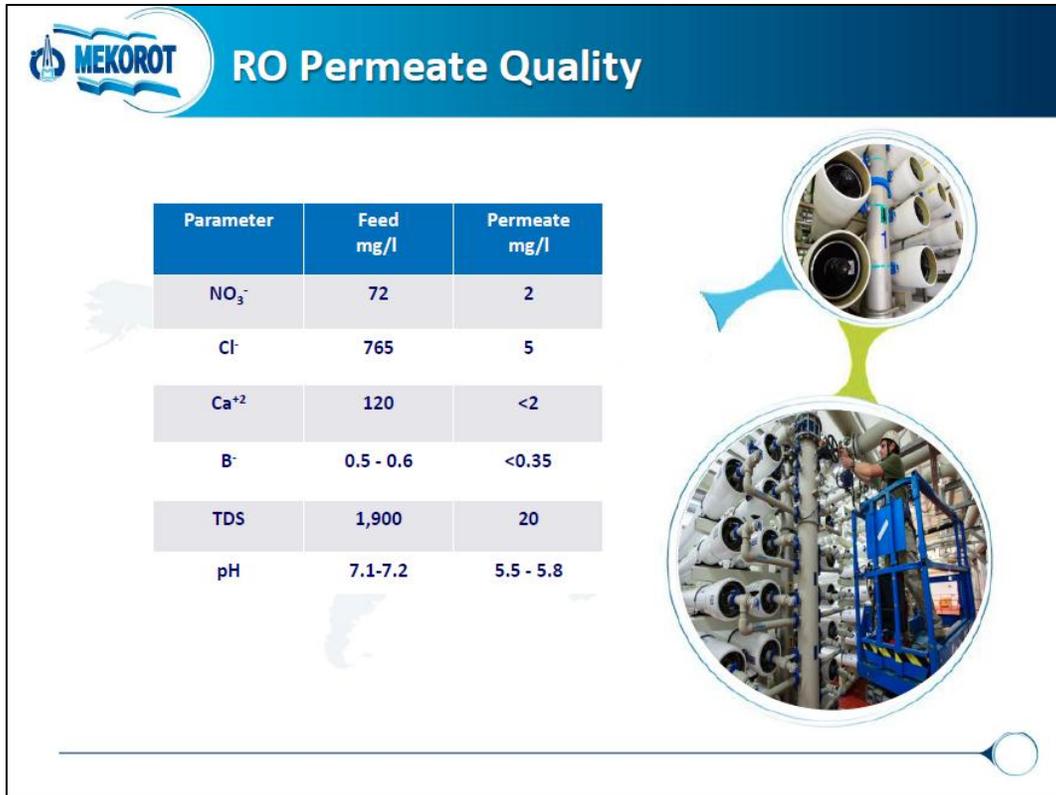


圖 3-7-4 Granot 水淡廠處理效能(翻拍)



圖 3-7-5 Granot 淡化廠向參訪團進行簡報



圖 3-7-6 Granot 淡化廠廠區參觀



圖 3-7-7 Granot 淡化廠 Dr. Sarit Bason 向我方介紹 RO 單元

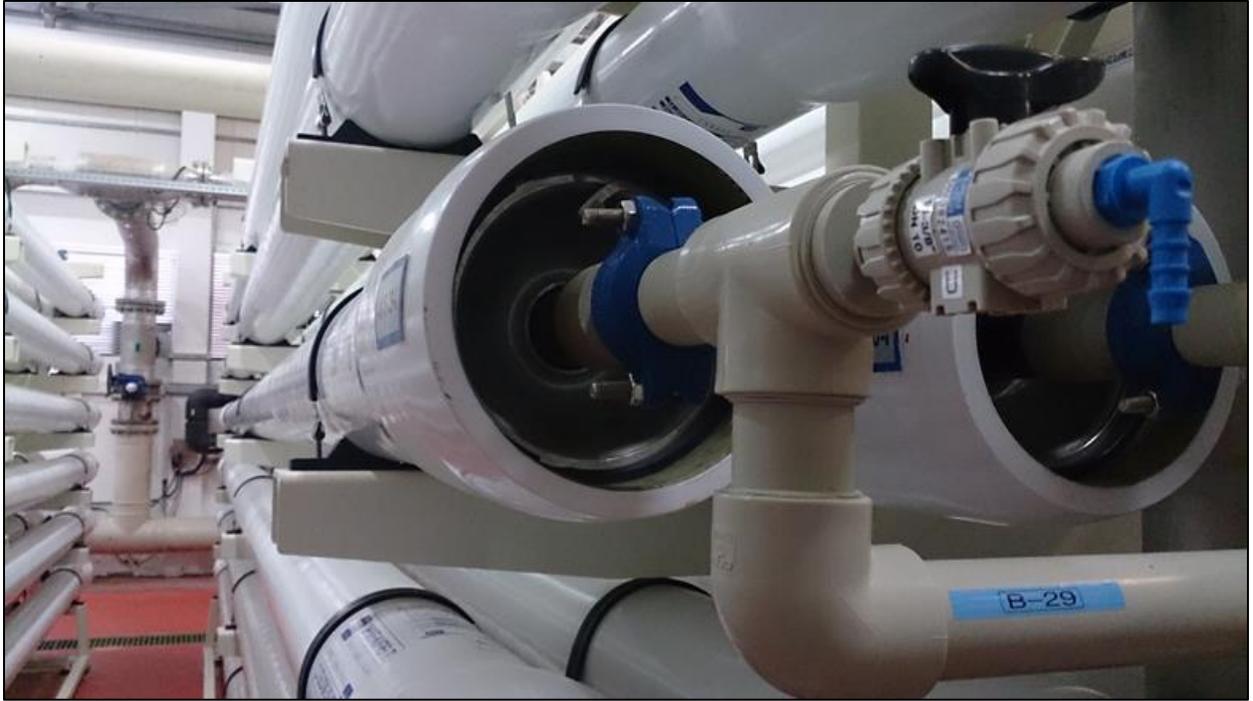


圖 3-7-8 Granot 淡化廠 RO 單元近攝



圖 3-7-9 Granot 淡化廠監控室參觀

八、Aryeh Pool 污水淨化中心及 Tifrah 回收水蓄水庫(10 月 15 日)

以色列南部沙漠 Aryeh Pool 污水淨化中心，於 2004 年興建完成，其接收南部貝爾謝巴前處理過後的生活污水，再由淨化水池進行處理，利用獨特的過濾技術及紫外線消毒，處理過的水源用於農業灌溉及公園綠地景觀澆灌。其中大部分出流水輸送到 Tifrah 回收水蓄水庫，高品質的水源帶給當地農業多樣的選擇性，除了原有的棉花及牛飼料之外，農夫還可以種植蔬菜和水果。回收水的價格又比自來水便宜，農夫又可以開墾更多的荒地。實在是沙漠變良田的最佳寫照。以下為參訪 Aryeh Pool 污水淨化中心及 Tifrah 回收水蓄水庫時的現場觀模之重點說明。

1. 貝爾謝巴為以色列第三大城(僅次於耶路撒冷及特拉維夫)，其民生廢污水經訪城擁有的前處理廠進行固體物的移除後，才進入私有的 Aryeh Pool 進行二級及高級處理淨化程序。
2. Aryeh Pool 污水淨化中心的淨化程序包含一個類似氧化塘概念的池子，透過微生物分解污水中的有機質。較特別的事氧化塘的水以砂濾床循環反覆進行過濾，移除懸浮固體物，再經由 UV 光解消毒後送至調節池蓄水，並進一步輸送至 Tifrah 回收水蓄水庫，作為農業灌溉用水。
3. 在 Tifrah 回收水蓄水庫附近，正進行回收水進一步淡化處理對作物生長的研究，主要係研究 4 種不同水質對多種作物生長營響及對土壤品質的長期影響。4 種水質分別為 1)Tifrah 回收水、2)Tifrah 回收水再經由逆滲透淡化的高純度水、3)前開高純度水添加鈣、鎂離子、4)一般乾淨淡水。研究的作物對象則包含玉米、馬鈴薯、花生、蘿蔔、蕃薯等。



圖 3-8-1 Aryel Pool 污水淨化中心現地參觀



圖 3-8-2 Aryel Pool 污水淨化中心 UV 消毒單元



圖 3-8-3 Tifrah 回收水蓄水庫供灌的石榴果園



圖 3-8-4 Tifrah 回收水蓄水庫及再過濾單元

肆、WATEC 2015 Mottech Water Solutions Ltd.商務洽談成果

本次前往以色列(Isarel)商業大城特拉維夫(Tel Aviv)考察 2015 水科技展主要目的為取得以色列在水資源方面之開發及管理技術，於 10 月 13 日當地上午 11 時，參訪展場內推廣 Motorola 無線電技術之經銷公司－Mottech Water Solutions Ltd.，並由該公司駐點幹部及工作人員接待以及簡報說明，以下分述參訪成果及其適用於台灣農業用水監控業務之探討，相關參訪照片如下：



圖 4-1 參訪 Mottech Water Solutions Ltd.攤位及討論情形

一、Motorola IRRInet Water Management Systems 簡介

(一)為全面的、準確的用水控制和管理系統而生

Motorola IRRInet 用水管理系統乃以摩托羅拉的控制軟體 (IRRInet Control Center, ICC) 加上 Mottech 管理系統 (IRRInet Management System, IMS) 整合而成，其結合用以建立一個全面性、準確性的用水控制和管理系統，其提供一個可靠的、集中的、遠程的灌溉控制平台，可在監測和控制所有監測點的同時，跟系統的所有組件通信，在各面向的感測器皆具備之前提下，該系統可提供所有設備的實際狀態報告，確保灌溉計畫及流程確實被執行。有關 IRRInet 系統具備之功能可以如下圖 4-2 所示：



圖 4-2 IRRInet 系統具備之功能

(二)IRRInet 系統特色

該系統包含一個友善的使用圖形介面平台，同時提供了對所有設備、部件性能的不間斷監測和分析功能，並提供多種操作特點，詳述如下：

1. 以專業參數和複雜的各網點優先排序為基礎，實現動態的、準確的、自動分配灌溉水量和肥料供應量。實現節省大量的水和能源，同時作物大量增產之目標。
2. 具備靈活且即時的用水分配，可分配給單個閘門。分配量可根據每日的蒸發散量 (ET) 比率，亦可按作物類型計算的農業統計常數、坵塊面積大小，以及根據水利效率常數和作物的指令引數計算的灌溉週期確定及計算用水量。

3. 可靠和行之有效的系統，提供給需要遠端監測和控制的小型到大型計畫
4. 具有權限方式的安全登入模式，確保資料安全
5. 給有關工作人員客制化的報告
6. 具即時警報，可提供警戒訊息給管理人員，作為進一步因應之準備。
7. 先進的規劃，透過即時取得 ICC 資料庫中存儲的資訊以及為物理和虛擬灌溉區的多種設計能力作為一個充分組合的解決方案，包括所有必需的元件，IRRInet 系統放在防篡改外殼內，專為在惡劣環境條件下延長使用壽命



圖 4-3 IRRInet 系統整體架構圖

二、IRRInet 系統應用於台灣灌溉探討

IRRInet 系統為以無線電資訊傳輸方式之架構，其與現今嘉南水利會採用者相同，所不同者乃為其為摩托羅拉公司專為水情監控所開發之套裝設備，而先前嘉南水利會所建置者，則為以市面上無線電器材所組合而成，其完整度可能會比台灣現役之無線電系統來得更高。其設備自現地系統、工作站系統及資料中心之設備畫面如下圖 4-8 所示。

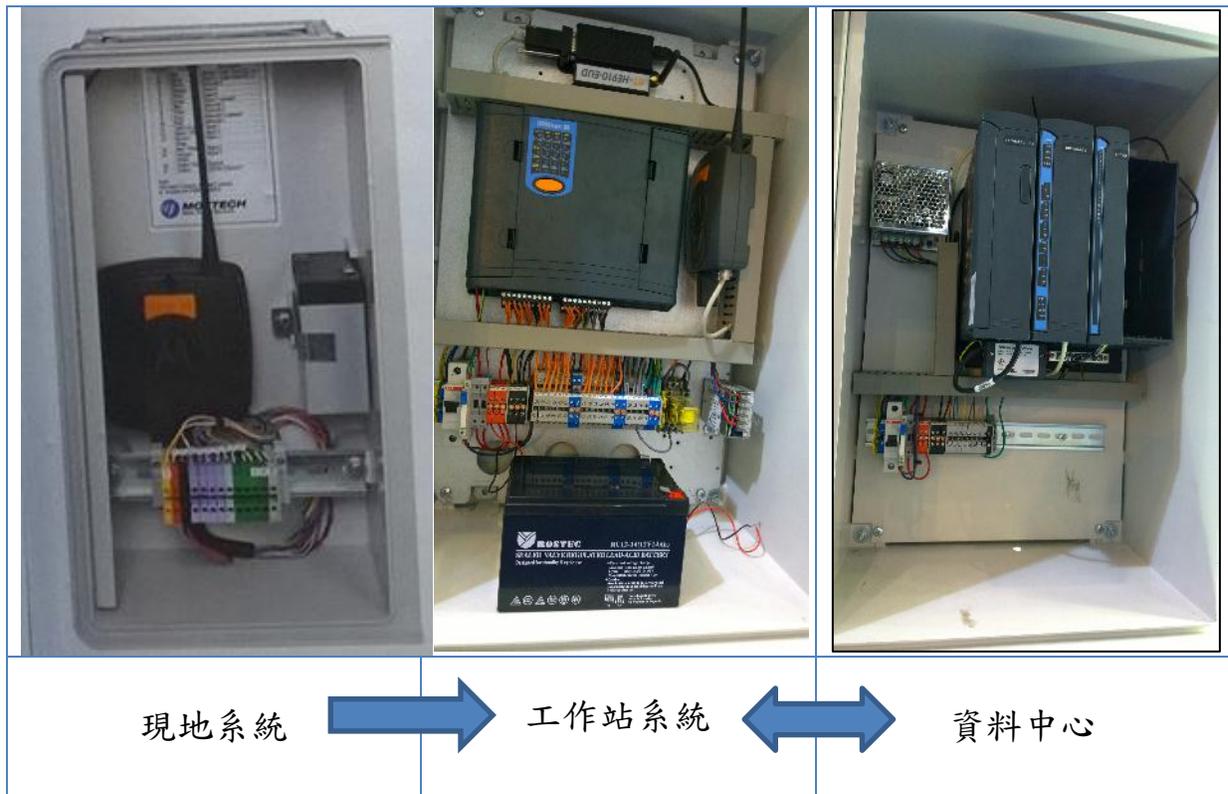


圖 4-4 IRRInet 現地系統、工作站系統及資料中心之設備圖

經參訪當日現場 Mottech 公司人員說明，了解其設備已有應用於許多國家及相關農場之灌溉系統，由於其在現地站之佈建數量，可無限制擴充站點，於現場並詢問其有關無線電易受障礙物阻絕通訊之問題，由於此類阻隔之建物或高山等等，均會造成其收訊不良導致水情資料無法回傳之情況，但據現場駐點幹部回應表示，他們已有顧及此一問題，並且可利用各個現地系統間之互相傳遞之功能來加以解決，

故由此看來，似乎是可以進一步加以應用於台灣農田水利事業用水管理之相關監測工作上。

其設站數量，若以一 300 公頃具 6 個輪區之灌區而言，若於每輪區設置灌溉及排水之流進及流出監測，則需 12 個無線電水位監測站，及一個接收工作站系統。若灌區為 30,000 公頃，則其所需數量亦可僅以一個工作站系統，即加以接收完成，如此可節省相當多現地監測站傳輸費用。

伍、心得與建議

一、心得

(一) 立足以色列、放眼全世界的水科技：

以色列年降雨量約 12 億噸(不含加薩及猶太-撒馬利亞)地區，不到台灣的 1.5%，每年人均分配降雨量約 150 噸，不到台灣的 4%。在此嚴苛的水源條件下，如何利用現代的科技技術加強利用有限的水源，不僅是技術研發問題，更攸關國家、人民生存問題，以色列遂發展本身需求的水科技產業，研發廢水處理、海水淡化、滴灌設施、智慧輸水管網等國際級技術，以有效利用有限的水源。藉由國家策略性的行銷與輸出，將水科發展為國際性的產業，將水科技公司扶植為跨國公司，將國家原本缺水的劣勢，藉由政策、科技、行銷轉為優勢。

(二) 導入市場價格機能，推行多元水源政策：

以色列之水源除約旦河為天然水源，另有海淡廠生產之海淡水，及經處理之民生污水。污水再利用率為全球各國之冠，年污水量達 5.3 億噸，其中 4.3 億噸(85%)至少經二級處理，可再利用於一般農業用途，又其中 3.2 億噸(60%)經高級處理，能滿足灌溉水質標準並作為食用作物的灌溉用水。其中海淡水與河水品質自然較易為一般民眾接受，而經處理之污水即使用於灌溉，在訪談的過程中以色列一般農民仍存有疑慮，但透過價格的優勢，以約為海淡水一半的價格推廣再生污水的使用，始得推廣再生污水的利用。另一值得注意的現象為以色列每年有 6 億噸的水資源來自於海水淡化，已達年降雨量的 50%，隨著新建置的海淡廠將陸續投產，水源的供應量較海淡廠建置前已相當穩定，但水價並未隨水源的增加而降低，每淡水仍維持每立方公尺 2.8 美元供應終端用戶，以價制量仍持續於以色列實施。

(三) 因地制宜，採行管網輸送系統：

以色列高溫少雨、蒸發散量高，若以明渠作為水源輸送系統必然造成大量的蒸發散損失。故以色列之民生、灌溉、污水等輸送多採管網系統輸送，再配合以色列舉世聞名的滴灌技術，將水資源利用的效率極大化。

二、建議

(一)發展季風帶降水特色之水科技：

臺灣的降雨型態與地理條件和以色列迥異，以色列屬地中海型氣候，並無颱風、暴雨等威脅，故其水資源議題專注於解決水量稀少問題。而臺灣的水資源問題在於水量的時空分佈不均，除須解決枯旱時期的水量不足，亦須同時兼顧颱風、暴雨的洪災消滅問題，故水資源管理所須考量的因素較以色列面對的環境更為複雜。

就水源開發方面，以色列專注於海淡廠及廢污水處理的技術。而臺灣自然降雨較以色列豐沛，水資源利用可選擇的方式增加了傳統型水庫、地下型水庫、大湖型水庫等貯存性質之選項。藉由以色列的水源處理經驗可增加臺灣多元化水源的選項，而臺灣可發展處理近年的蓄水設施清淤、活化等技術，除了可解決目前遭遇的水庫淤積問題，更可輸出至國際社會，發展為具臺灣特色之水源技術科技。

(二)適時引入價格機制，提升用水效率

臺灣目前民生、工業用水水價偏低，而農田水利會灌溉用水由政府編列預算支應，農業用水似有自由財之性質，致農民較無動機進行適地適作及節水灌溉。由以色列的經驗，民生用水水價並不因再生水水源的增加而降低，藉由價格來引導節水設施之研發、設置，進而達到節水目的。臺灣於歷經 103 至 104 年的枯旱，將徵收用水大戶的耗水費，日後若天候降雨變異仍持續，或可考慮階梯型的水價，以反應水資源已非可無償取用之自由財的狀況。

(三)適地適種，輔導農民發展

農作生長天然條件不外土壤、氣候、水源等控制因素，其中土壤結構、肥力或可以人為方式改善，但氣候、水源等因素較不易改變。以色列之 Tahal Group 整合農業生產、銷售等垂直整合，針對一生產區之水源規劃、作物生產、銷售通路建立等提供完整之規畫、輔導服務。臺灣提供此整合型服務的公、私部門似尚未出現，日後或可朝此方向規畫，配合本會農村再生計畫，發展成各具特色的農村產業。

陸、參訪團合影



圖 6-1 以色列水科技參訪團於桃園機場出發前合影

(前排左起：劉日順、朱孝恩、賴建信、李丁來、盧烽銘、魏亦明、陳紀衡；
後排左起：溫峻瑜、謝明凱、林初龍、隋家文、鄧碧惠、魏逸明、林俊誠、潘海洋)



圖 6-2 於以色列理工學院水資源研究院與 Prof. Uri Shamir 合影



圖 6-3 於以色列理工大學圖書館與 EWB Technion 代表 Ms. Orit Aviran 合影



圖 6-4 於 Hadera 海淡廠會議室與 IDE 全球銷售總監 Mr. Roni Klein 合影

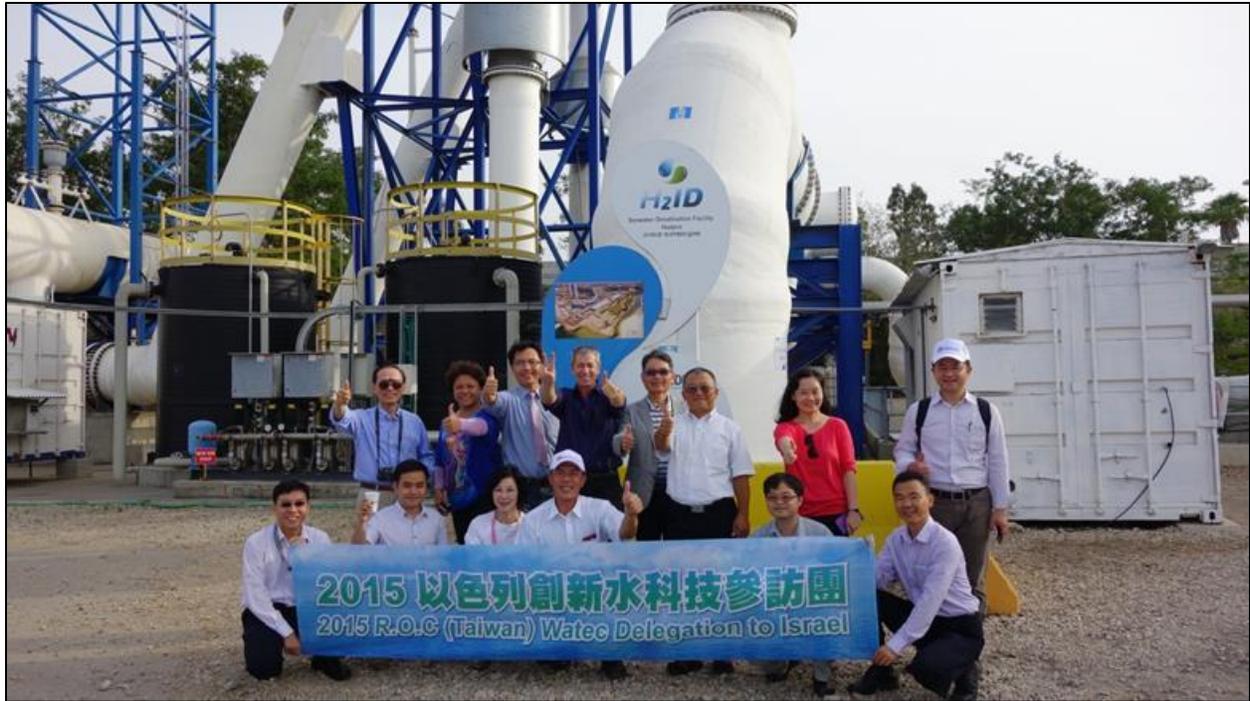


圖 6-5 於 Hadera 海淡廠試飲區與 IDE 全球銷售總監 Mr. Roni Klein 合影



圖 6-6 參訪團於 Netafim 滴灌公司示範農場與 Mr. Kremer 合影



圖 6-7 參訪團於 Granot 水淡廠合影



圖 6-8 參訪團於 Tifrah 回收水蓄水庫合影