

AMERICAN UNIVERSITY OF BEIRUT

HOUSEHOLD ECONOMIC BURDEN FROM SEAWATER
INTRUSION IN COASTAL URBAN AREAS WITH CLIMATE
CHANGE IMPLICATIONS

by
RANA HUSSEIN TARHINI

A project
submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Environmental Sciences
to the Interfaculty Graduate Environmental Sciences Program
(Environmental Technology)
of the Faculty of Engineering and Architecture
at the American University of Beirut

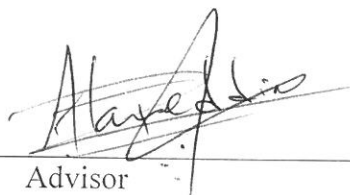
Beirut, Lebanon
December 2015

AMERICAN UNIVERSITY OF BEIRUT

HOUSEHOLD ECONOMIC BURDEN FROM SEAWATER
INTRUSION IN COASTAL URBAN AREAS WITH CLIMATE
CHANGE IMPLICATIONS

by
RANA HUSSEIN TARHINI

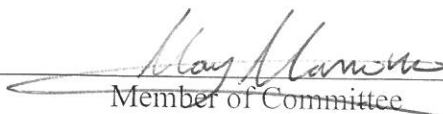
Approved by:



[Dr. Ibrahim Alameddine, Assistant Professor] Advisor
[Department of Civil & Environmental Engineering]



[Dr. Mutasem Fadel, Professor] Member of Committee
[Department of Civil & Environmental Engineering]



[Dr. May Massoud, Associate Professor] Member of Committee
[Department of Environmental Health]

Date of Project Defense: [December 9, 2015]

ACKNOWLEDGMENTS

Special thanks to my advisor Prof. Ibrahim Alameddine for his continuous assistance, time, and efforts while preparing for my project. He was always available to give me the right advice. My recognition and appreciation goes to Prof. Mutasem Fadel for his guidance and recommendations. I am truly thankful to Prof. May Massoud for her insightful comments and encouragement.

Also my sincere thanks go to my Mom and Dad. I owe it all to you. Finally, I would like to thank my husband for his support and encouragement.

AN ABSTRACT OF THE PROJECT OF

Rana Hussein Tarhini for Master of Science in Environmental Sciences
Major: Environmental Technology

Title: Household Economic Burden from Seawater Intrusion in Coastal Urban Areas with Climate Change Implications

Population growth and urban development are often associated with increased water shortages as demand exceeds supply. Coastal areas, where population centers tend to concentrate, are particularly susceptible to these shortages with many coastal communities overexploiting groundwater resources to meet the demand, causing seawater intrusion to vital coastal aquifers. Climate change impacts in the form of sea level rise, increased temperature, and decreased precipitation are expected to exacerbate an already difficult situation particularly in arid and semi-arid regions. In turn, the salinization of groundwater in urban centers will invariably be translated into a social economic burden manifested through the purchase of water, damage to household appliances, and treating brackish groundwater. In this study, a coastal pilot area experiencing chronic water shortages was considered to assess the direct and indirect household economic burden associated with water shortages and the use of brackish groundwater. For this purpose, socio-economic characteristic data collected through field surveys were coupled with measured salinity levels and empirical models to quantify the incurred societal burden in the form of purchase of water, reduction in the lifespan of household appliances, and the proliferation of building-level brackish water treatment systems. Groundwater samples highlighted the magnitude of saltwater intrusion, with total dissolved solids reaching up to 31,000 ppm. Economic burdens were found to increase as a function of salinity levels with a median expenditure on water reaching 5.1% of a household's income, a percentage significantly higher than worldwide average household expenditure on water. The study concludes with city adaptation measures towards minimizing future impacts associated with increased coastal salinization induced by an accelerated urbanization rate coupled with projected climate change impacts.

Keywords: Seawater intrusion, household economic burden, willingness to pay.

CONTENTS

ACKNOWLEDGEMENTS	V
ABSTRACT	VI
LIST OF ILLUSTRATIONS	X
LIST OF TABLES.....	X

Chapter

1. INTRODUCTION	1
2. MATERIALS AND METHODS	3
2.1. Pilot Area.....	3
2.2. Field Survey.....	4
2.3. Groundwater Characterization.....	5
2.4. Economic Assessment.....	6
2.4.1. Direct Costs Incurred by Households	6
2.4.2. Indirect Costs Incurred by Households.....	7
2.4.3. People's Willingness to Participate and Willingness to Pay.....	9
3. RESULTS AND DISCUSSION.....	11
3.1. Existing Conditions	11
3.2. Economic Burden	14
3.3. Willingness to Participate.....	17
3.4. Willingness to Pay.....	20
3.5. Viability of Reverse Osmosis as a Mitigation/Adaptation Measure	21
4. CONCLUSION	23

Appendix

1. Household Survey Questionnaire.....	23
2. Water in Beirut: Regulations, Institutions, & Current Conditions....	23
3. Description of Variables	30

BIBLIOGRAPHY	31
--------------------	----

ILLUSTRATIONS

Figure		Page
1.	Pilot area including locations of household surveys and groundwater sampling.....	4
2.	Spatio-temporal variability in well TDS levels across the three sampling rounds in Beirut.....	12
3.	Distribution of direct costs incurred by households.....	15
4.	Estimated indirect costs as a function of salinity and appliances at a household level.....	16
5.	Distribution of total costs paid for water by surveyed residents.....	17

TABLES

Table		Page
1.	Analytical methods for water quality analysis (Rice et al. 2012).....	6
2.	Range of appliance and fixture costs in the study area.....	9
3.	Summary of tap and well water quality variations for the three sampling rounds in Beirut.....	14
4.	Model coefficients for the logistic model quantifying the willingness...	18
5.	Model coefficients for the logistic model quantifying the willingness...	19
6.	Model coefficients for the logistic model quantifying the willingness...	20
7.	Model coefficients for the willingness to pay for a salinity mitigation program.....	21

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Population growth, rapid urbanization, and economic development have indirectly led to the improper management of water resources in many developing countries. Urban residents of coastal areas, where population hubs tend to concentrate particularly in arid and semi-arid regions, are suffering or are expected to suffer from water shortages in the near future (McDonald et al. 2011; Vörösmarty et al. 2000). In these regions, future climate change is expected to worsen an already difficult situation because of potential temperature rise, changes in precipitation amount or patterns, sea level rise, and reduction in the replenishment rate of renewable water resources (Dawadi and Ahmad 2012; De Montety et al. 2008; Masciopinto 2013; Nicholls et al. 2007; Pachauri et al. 2014), all of which are strong promoters of increased net water demand. In the face of these challenges, many coastal communities have resorted to the unsustainable exploitation of their groundwater in an effort to compensate for increased water demand and dwindling surface supplies (Ranjan et al. 2006). Over-pumping from coastal aquifers invariably accelerates the process of seawater intrusion, increasing salinity levels, deteriorating groundwater quality, and reducing aquifer storage (Lashkaripour and Zivdar 2005). In the absence of alternative water sources, many coastal communities have little choice but to continue to use their salinized groundwater.

Increased salinity affect the water taste and can be associated with a series of socio-economic burdens,(Self 2010) widely reported in the agriculture sector (Ayers and Westcot 1985; Blaylock 1994; Maas and Grattan 1999; Maas and Hoffman 1977;

Munns and Gilliam 2015) but seldom quantified at the household level. Degradation of household appliances, leading to increased repair or replacement costs, the instillation of desalination units, as well as the purchase of freshwater are additional expenses that urban users are faced to incur with the salinization of their groundwater aquifers Michelsen *et al.* (2009).

In this study, we focus on quantifying the economic burden associated with the use of brackish groundwater at the household level, including indirectly practiced adaptation-mitigation measures. Willingness to participate and pay models were developed to determine the main drivers/hurdles influencing the adoption of these measures with a cost benefit analysis comparing current salinity induced expenditures with costs of treatment at the household. We conclude with an assessment of adaptation-mitigation measures towards minimizing future impacts associated with increased coastal salinization induced by accelerated urbanization coupled with projected climate change.

CHAPTER 2

MATERIALS AND METHODS

2.1. Pilot Area

The pilot area (Beirut, Lebanon) is located along the Eastern Mediterranean (Figure 1) with a fractured limestone and heterogeneous aquifer underlying a highly urbanized metropolitan recognized for water shortage challenges and high dependence on groundwater. The accessibility and relatively high permeability in the formation of the fractured limestone increases its vulnerability to seawater intrusion resulting largely from overpumping. Population growth, rapid urbanization, and poor water management have all led to water shortages and poor water quality with an annual water demand nearly twice the distribution capacity (MoE et al. 2011), forcing severe rationing with many areas receiving water around 7 to 10 hours every other day (El-Fadel et al. 2003). The imbalance between supply and demand forces the local population to purchase water and/or install unlicensed private wells leading to the overexploitation of groundwater resources in turn promoting salt-water intrusion into coastal aquifers.

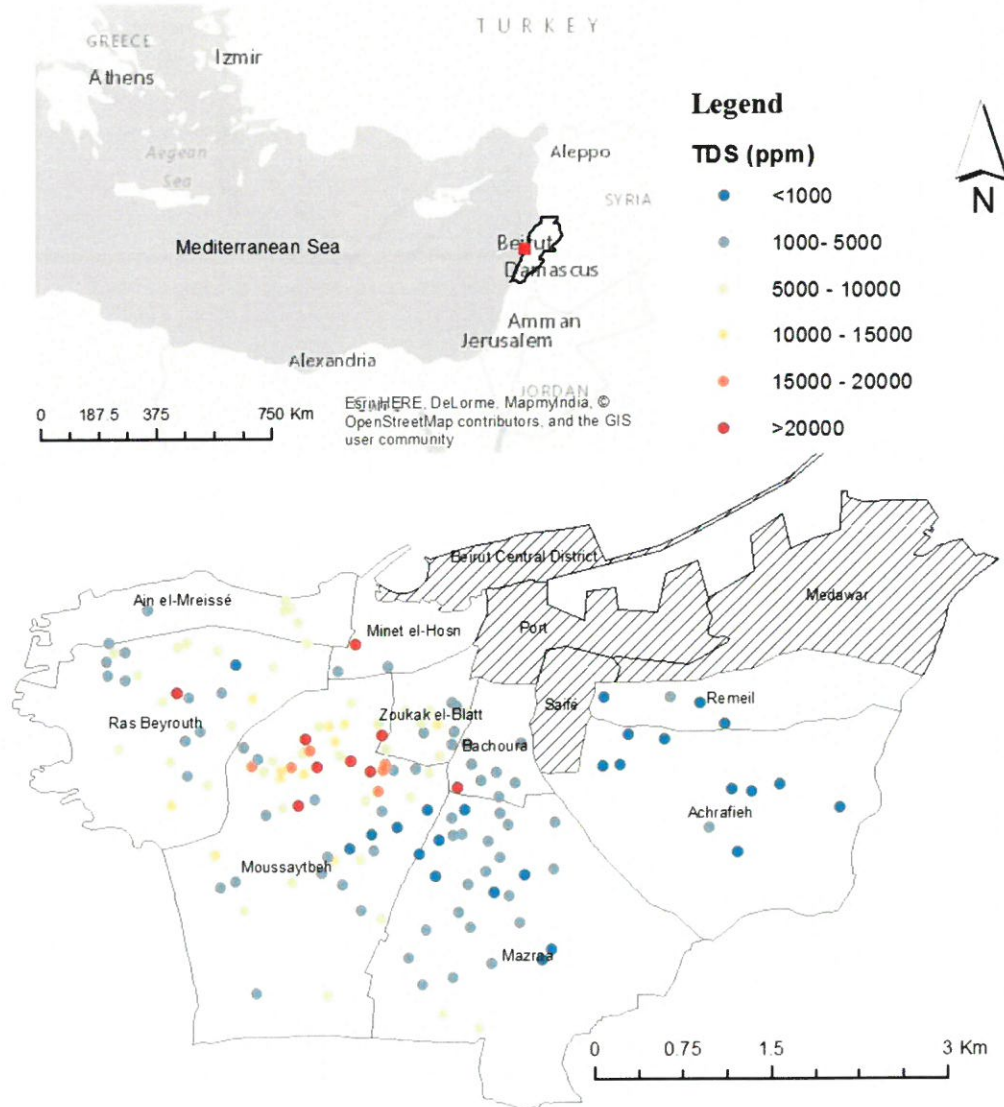


Figure 1.
 Pilot area including locations of household surveys and groundwater sampling
(colors represent well TDS levels in ppm measured on October 2013 shaded areas are largely non-residential districts)

2.2. Field Survey

Three hundred structured questionnaires were administered to residents that had access to a private well. Respondents were distributed across 11 administrative zones (Figure 1), in an effort to capture various segments with respect to socio-economic differences, education, income, building age, etc. A stratified sampling

approach was adopted to proportionally sample from each zone based on population. Random samples of digitized and geo-referenced residential buildings were then selected from each zone. Commercial buildings were excluded from the study sample. Household units, within a chosen residential building, were then randomly selected. In the event of a non-response, rejection, or inaccessibility, an adjacent building or household unit was selected. The questionnaire included targeted questions and data was collected through face-to-face interviews. The survey targeted both households using reverse osmosis (RO) or similar desalination units as well as households that did not have access to any desalination technology. The main focus of the questionnaire included assessing the types of water sources used, the socioeconomic status of the residents, the proliferation of desalination, the direct and indirect water costs incurred by households, and the willingness of respondents to participate in programs aiming to control salinity. Respondent rejection rate reached 41% with 177 questionnaires fully completed with corresponding spatial distribution shown in Figure 1. Note that the eastern part of the city has better access to network water and as such had a lower density of private wells.

2.3. Groundwater Characterization

Three rounds of groundwater samples were conducted (June 2013, October 2013, and April 2014). Samples were also collected from the tap water of each surveyed unit. All samples were analyzed at the Environmental Engineering Research Center (EERC) of the American University of Beirut (AUB) for physical (pH, temperature, conductivity, and Total dissolved solids (TDS)), chemical (dissolved oxygen, alkalinity, calcium and total hardness, nitrates, sulfides, chlorides), and microbiological parameters

(total and fecal coliform) following standard analytical methods (Table 1). Since the main focus of this study is the quantification of the direct and indirect damages resulting from increased salinity, TDS was used as the main indicator used.

Table 1.
Analytical methods for water quality analysis (Rice et al. 2012)

	Quality Indicators	Analysis	Method of analysis
Physical	Ph	Electrometry	4500-H ⁺ B
	Conductivity	Electrometry	2510 B
	TDS	Gravimetry	2540 C
Chemical	Calcium Hardness	EDTA Titrimetry	3500-Ca B
	Total Hardness	EDTA Titrimetry	2340 C
	Alkalinity	Titrimetry	2320 B
	Chlorides	Argentometry	4500-Cl ⁻ B
	Nitrates	Colorimetry	4500-NO ³⁻ B
	Sulfates	Colorimetry	4500-SO ⁴²⁻
	Bromide	Colorimetry	4500 Br ⁻ B
	Potassium	Flame Photometry	3500-K B
	Sodium	Flame Photometry	3500-Na B
	Micro-biological	Total Coliform	Membrane Filtration
Fecal Coliform		Membrane Filtration	9222 D

2.4. Economic Assessment

2.4.1. Direct Costs Incurred by Households

A typical household in the pilot area pays a fixed subscription fee for network water delivery in addition to the costs associated with installing a water treatment unit and/or purchasing bottled water and/or water cisterns. In order to estimate the true annual water cost incurred at the household level, respondents were asked for a breakdown of their water-related expenditure. Note that the capital costs for installing treatment units were amortized based on equations 1 and 2.

$$\text{Annual Cost} = \text{Total Cost} \times \alpha \quad (1)$$

$$\alpha = r (1+r)^Y / [(1+r)^Y - 1] \quad (2)$$

Where r is the discount rate (set at 5%) and Y is the lifespan of the treatment unit. The lifespan of the different treatment units was assumed to be 30 years.

2.4.2. Indirect Costs Incurred by Households

Residents incur additional indirect costs resulting from the use of brackish water with high TDS levels reported to reduce the lifespan of water related appliances. The loss in the lifespan of appliances as a function of TDS levels were first developed by Tihansky (1974) and then adapted by Ragan *et al.*, (2000) and Howitt *et al.*, (2009) (Equations 3 to 5).

$$Y_{Faucets}^{TDS} = 10.2 - 7 \times 10^{-4} TDS \quad (3)$$

$$Y_{Washer}^{TDS} = 5 + e^{1.8 - 7.9 \times 10^{-4} TDS} \quad (4)$$

$$Y_{WasherHeatr}^{TDS} = 5 + e^{2.4 - 1.4 \times 10^{-3} TDS} \quad (5)$$

Where TDS represents the measured household TDS levels and Y_i^{TDS} is the expected lifespan of appliance i at the measured TDS level. Attempts were made to build local relations between TDS levels and lost years of appliances using the data collected from the household survey; yet relationships were clouded by the inability to separate between TDS-based lost years and losses related to daily power cuts experienced in the pilot area. Given that the vast majority of appliances in the pilot area are imported, it is reasonable to rely on reported TDS-life span relationships as the latter are largely a function of the manufacturer. Moreover, the median lifespan predicted by

the models under normal TDS of 500 ppm were checked with local vendors to ensure consistency. As such, two scenarios were tested: the first assumed operating under normal salinity levels (TDS=500 ppm), while the other predicted the lifespan at the levels of TDS measured at each household. The annual indirect cost incurred for each appliance was then calculated by amortizing the lost service years. The cost of appliances and fixtures were regionalized based on the local market value. A range of costs was applied including the reported median, lower 25%, and upper 75% (Table 2). The annual damage is expressed in Equation 6 (Michelsen et al. 2009).

$$D_h = \sum_{i=1}^N C_i \left(\alpha_i^{TDS} - \alpha_i^{500} \right) \quad (6)$$

Where D_h is the annual damage, P_i is the percent of household with appliance i , C_i is the cost of appliance i (median, lower 25, and upper 75%), N is the total appliances and fixtures in a household, α_i^{TDS} is the amortization rate for appliance i operating under a given TDS, and α_i^{500} is the amortization rate for appliance i if operated under a TDS of 500 mg/L.

Table 2.
Range of appliance and fixture costs in the study area

Appliances/ fixtures	Costs (USD)			Expected Lifespan @ TDS = 500 ppm (years)
	Median (50%)	Lower Quartile (25 %)	Upper Quartile (75%)	
Cloth washer	500.0	450.0	654.0	9
Electric water heater	200.0	120.0	250.0	10
Kitchen faucet	50.0	21.0	100.0	10
Toilet faucet	50.0	26.0	100.0	10
Douche faucet	50.0	33.0	100.0	10
Pipe faucet	10.0	8.0	20.0	10
Showerhead	20.0	13.5	40.0	10

The appliances and fixtures accounted for in this study include water heaters, cloth washers, kitchen faucets, toilet faucets, shower faucets, showerheads and shower pipes. Dishwashers were not common in the pilot area.

2.4.3. *People's Willingness to Participate and Willingness to Pay*

Logistic regression models (Equations 7 and 8) were developed to predict the peoples' willingness to participate in a mitigation program that aims to reduce salinity levels at their households. Two separate models were developed to explore the main factors that affected the respondents' willingness to participate in a government run program versus one based at the household level. Independent predictor variables included education level, income, age, gender, size and ownership of the house, the use of treatment units, cost of bottled water, and TDS level. Round two TDS well water values were used as they represent the end of the dry season.

$$\text{Logit}(E|Y_i|X_i) = \text{Logit}(p_i) = \beta * X_i \quad (7)$$

$$P_i = e^{\beta X_i} / e^{\beta X_{i+1}} \quad (8)$$

Where Y_i is a binary variable (1 or 0) that indicates whether a respondent is willing to participate (1) or not (0) in the mitigation program, p_i is the probability of respondent i being satisfied with water quality, X is a matrix of predictors, and β is a vector of model coefficients. The change in the odds of participation is calculated using Equations 8a to 8c.

$$\text{Odds}_1 = e^{\beta X_1} \quad (8a)$$

$$\text{Odds}_2 = e^{\beta X_2} \quad (8b)$$

$$\text{Odds}_2 / \text{Odds}_1 = e^{\beta (X_2 - X_1)} \quad (8c)$$

If a model coefficient is positive this implies that increases in the predictor variable will increase the odds of participation. Furthermore, multiple linear regression models (Equation 9) were developed to quantify monthly payments that each household was willing to pay for implementing a governmental salinity mitigation plan as compared to a building level mitigation program.

$$\text{Log}(C_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (9)$$

Where C_i is the monthly cost the household i is willing to pay, β_0 is the estimated intercept; $\beta_{1\dots n}$ are the estimated slopes, and X_1 to X_n are independent predictor variables; ε is the residual error assumed to follow a normal distribution Norm $(0, \sigma^2)$. All analysis was conducted using the statistical software R (R Core Team 2015).

CHAPTER 3

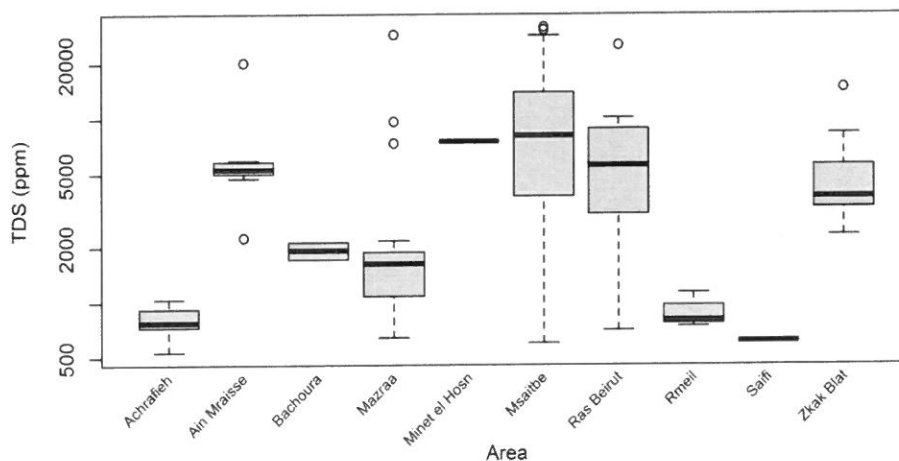
RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Existing Conditions

The survey result showed that 77% of respondents were connected to the public water network. Those connected pay a flat rate that is a function of the size of the apartment. Surveyed households reported paying between 160 and 200 USD/year. Large surface apartments in Beirut can pay up to 480 USD per year. Water delivery through the network occurs every other day, with water being supplied for 7 hours on average when delivered. All respondents were using groundwater sources through private unlicensed wells at the building. The cost for tapping the groundwater was limited to paying electricity costs associated with pumping as well as replacing the water pump on average once every 6 years. Extracted groundwater was mostly used for household cleaning, food washing, and bathing, with 6% of the respondents indicating its use in cooking. Only 2 percent of respondents reported drinking it. Almost all respondents buy bottled water for drinking, cooking, and bathing because of perception of poor well water quality. Annual expenditure on bottled water ranged between 260 and 824 USD per year. A third of the surveyed residents (32%) had installed treatment units at the building level; yet most systems appear not able to treat high salinity. Only 5 % had installed brackish water reverse osmosis units with a reported cost ranging between 150 and 310 USD/household/year; costs include regular operations and maintenance as well as amortization over 30 years. Additionally, 3.5% of respondents purchased water from unregulated water tankers to blend with their high salinity water

or to supplement existing network supply. Costs of a water delivered through tankers ranged between 3.75 and 7.5 USD/m³, depending on volume purchased and quality.

Groundwater quality varied significantly across districts and over time (Figures 1 and 2). Samples collected over the three sampling rounds consistently exceeded the 500 ppm TDS level for domestic water, with two wells exceeding 30,000 ppm. The quality of tap water was found to be marginally better than the samples collected directly from the well because the tap water is often a blend of government and well water. Blending well water with network water and/or water delivered through tankers seemed to be a common adaptation measure practiced in the pilot area. The median drop in TDS levels resulting from blending ranged between less than 2 % up to 18 % across the three sampling rounds. A summary of the variations in the physical characteristics of the well and tap water across the three sampling rounds are summarized in Table 3.



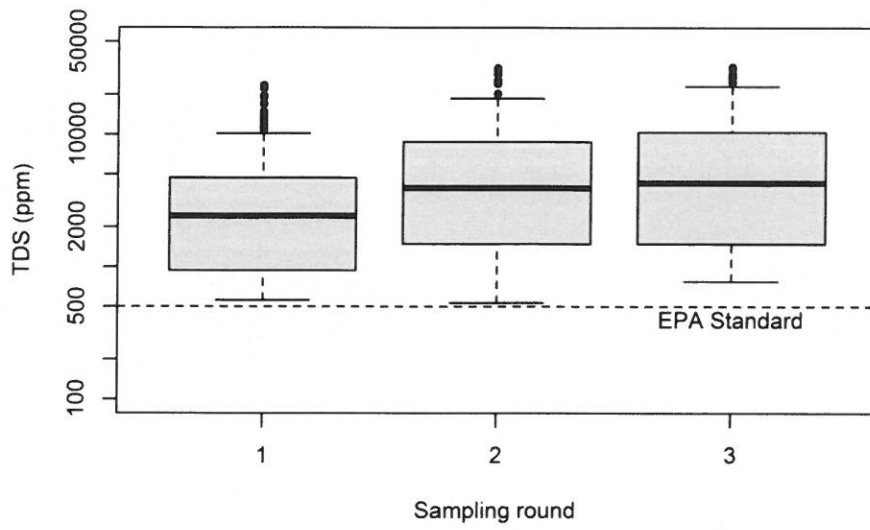


Figure 2.
Spatio-temporal variability in well TDS levels across the three sampling rounds in Beirut

Table 3.

Summary of tap and well water quality variations for the three sampling rounds in Beirut

Sampling Round	Parameters (ppm)	Laboratory analysis results			EPA Standard ¹	Exceeding EPA Standard (%)		
		Min	Median	Max				
June 2013	TDS:	W	560	2,187	23,414	500	100	
		TP	101	1,315	22,224		87	
	Cl:	W	100	725	13,575	250	72.2	
		TP	5	450	13,080		67	
	Ca hardness:	W	28	560	3,400	-		
		TP	12	450	3,400			
	Mg hardness:	W	50	585	5,340	-		
		TP	30	415	5,340			
	Total hardness:	W	309	1,130	8,740	-		
		TP	87	870	8,740			
	October 2013	TDS:	W	533	3,782	31,553	500	100
			TP	102	2,009	28,704		92
Cl:		W	100	2,022.5	17,670	250	86	
		TP	20	1,235	17,330		81	
Ca hardness:		W	80	520	3,700	-		
		TP	16	400.5	3,550			
Mg hardness:		W	61	630	8,620	-		
		TP	2	500	4,940			
Total hardness:		W	262	1,160	12,320	-		
		TP	54	940	8,010			
April 2014		TDS:	W	775	4,008.5	32,220	500	100
			TP	422	2,351	33,385		99
	Cl:	W	35.4	2,285	19,030	250	73	
		TP	7.8	1,212.5	19,750		70	
	Ca hardness:	W	36	459	2,810	-		
		TP	20	326.5	1,740			
	Mg hardness:	W	49	675	7,750	-		
		TP	56	493	7,700			
	Total hardness:	W	131	1,260	10,200	-		
		TP	90	884	9,440			

¹: EPA, 2013

3.2. Economic Burden

The direct costs that a household pays include the annual subscription fee for the public network, the cost of bottled water purchase, and the costs associated with investing in different treatment units. The median direct cost was estimated at 624

USD/year, with the largest contribution going towards the purchase of bottled water. Figure 3 shows the distribution of annual direct costs. On the other hand, salinity induced indirect costs varied between less than 3 USD/year/apartment up to 180 USD/year/apartment, depending both on the salinity level and the appliances / fixtures installed in each residential unit. Figure 4 shows the indirect costs incurred as a function of salinity, while accounting for variations in the initial costs of appliances and fixtures. At relatively low TDS levels (2,000 ppm), indirect costs per apartment ranged between 26 and 44 USD/year. At 10,000 ppm, indirect costs ranged between 55 and 100 USD/year/apartment. At TDS levels between 20,000 and 30,000 ppm, indirect annual costs ranged between 60 and 180 USD per apartment.

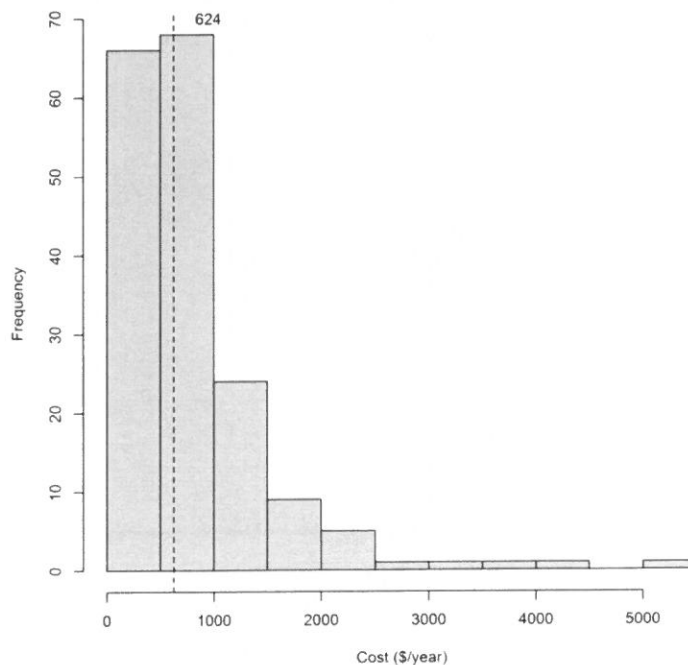


Figure 3.
Distribution of direct costs incurred by households

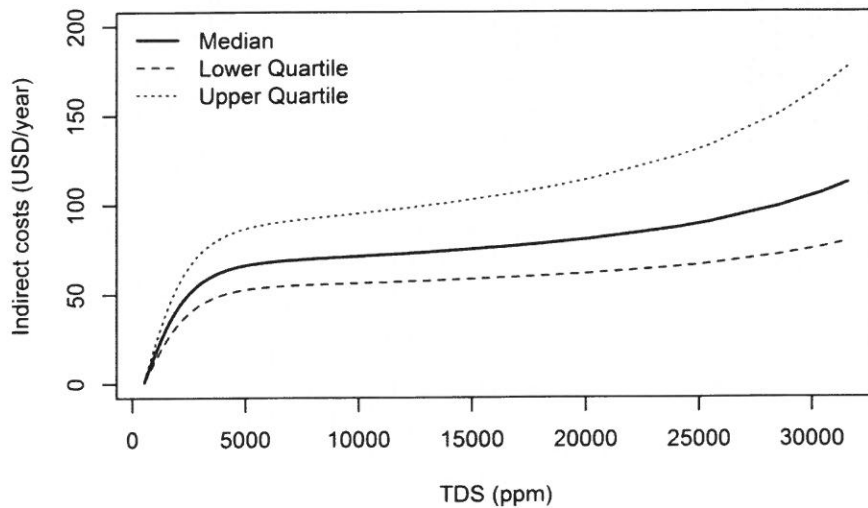


Figure 4. Estimated indirect costs as a function of salinity and appliances at a household level (*variability associated with the initial costs of appliances and fixtures is represented by the interquartile range at each salinity level*)

Overall, the median annual total water cost incurred by the surveyed residents in the pilot area was ~670 USD (Figure 5), which represents around 5.1% of a median household's income. More than 85% of surveyed households were found to pay more than twice what a typical US household pays for water (300 USD/year/household), although per capita consumption rates in Beirut (180 and 200 L/capita/day) (El-Fadel et al. 2003) are almost half of those reported for the US (378 l/c/d) and the median household income is a third of that reported for the US (Maupin et al. 2014; Phelps and Crabtree 2013). Similar patterns emerge when comparing incurred costs with rates reported across Europe, where per capita consumption is comparable to local rates (Germany = 91; France = 103; Austria = 74 USD/year/household) (Biswas and Kirchherr 2012; German Association of Energy and Water Industries 2010).

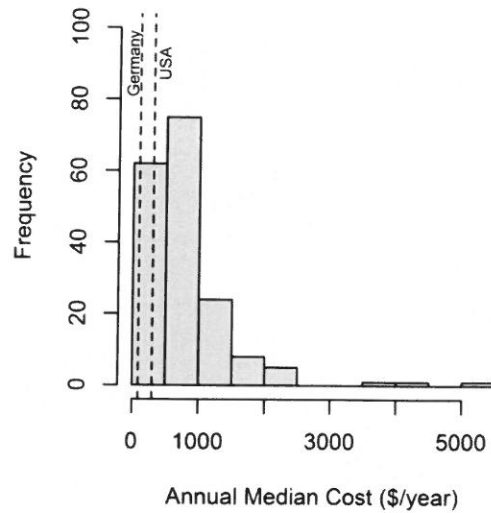


Figure 5.
Distribution of total costs paid for water by surveyed residents

3.3. Willingness to Participate

The logistic model results (Equation 10 and Table 4) indicate that the TDS levels of the well, education level of the primary household member, and presence of an advanced water treatment unit (RO, water softeners, UV, chemical dosing) at the household were all statistically significant predictors of people's willingness to endorse adopting future mitigation/adaptation measures that aim to decrease water salinity at the household level. Households with high TDS wells were more willing to adopt salinity reducing mitigation/adaptation measures; an increase in TDS concentration from 500 to 5,000 ppm increased the odds of accepting mitigation measures by 3.8 times. Moreover, people with a higher education level were found to be more receptive towards implementing mitigation measures, as compared to people with primary education. The odds of acceptance were 2.57 times greater for households with a university graduate as compared to those with primary education. Households without an advanced water treatment unit were more supportive of mitigation/adaptation measures. Their odds of

participation were on average 3.75 times higher than their counterparts with a water treatment unit. This is expected since the latter often have a false sense of security about their water supply. Note that income was equally significant to education but was dropped from the final model due to its high correlation with education. The multivariate model accounted for 0.4 (McFadden's pseudo R^2) and 0.6 (Cragg and Uhler's pseudo R^2) of the proportion of the total variability of the outcome depending on the pseudo R^2 equation used (Long 1997).

$$\text{Logit}(p_i) = -1.24 + 0.98x \frac{TDS_i}{1000} + 0.944x \text{UniversityEDU} - 1.323x \text{AdvancedTr} \quad (10)$$

Table 4.
Model coefficients for the logistic model quantifying the willingness to participate in measures aiming to reduce salinity levels

Coefficients	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.246	0.407	-3.064	0.00218
TDS/1000 (ppm)	0.298	0.067	4.418	9.94×10^{-6}
Education: University level	0.944	0.413	2.288	0.02214
Presence of a treatment unit	-1.323	0.583	-2.271	0.02317

When asked about their willingness to participate in a governmental program that aims to reduce groundwater salinity, the probability of acceptance for a typical household with a TDS level of 5,000 ppm was on average 70%. The probability of endorsing such a program increased with well TDS levels. Households with a TDS of 5,000 ppm were 1.3 times more likely to participate in the program as compared to households with access to an unaffected well (500 ppm). The multivariate model (Equation 11 and Table 5) accounted for 0.2 (McFadden's pseudo R^2) and 0.3 (Cragg

and Uhler's pseudo R^2) of the proportion of the total variability of the outcome depending on the pseudo R^2 equation used (Long 1997).

$$\text{Logit}(p_i) = 0.536 + 0.054x \frac{TDS_i}{1000} \quad (11)$$

Table 5.
Model coefficients for the logistic model quantifying the willingness to participate in a government initiated program aiming at mitigating saltwater intrusion

Coefficients	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.536	0.249	2.154	0.0312
TDS/1000 (ppm)	0.054	0.032	1.676	0.0937

When the same respondents were asked about their willingness to participate in a similar program that is executed at the building level, the probability of acceptance for a university graduate that pays 10 USD/month on bottled water was around 80 %. The probability increased with TDS levels; respondents exposed to well water with 5,000 ppm were on average 1.4 times as likely to participate as compared to those with access to a non-salinized well (500 ppm). The odds of participation were also found to be on average 3 times higher for households with a university degree as compared to those with a lower educational level. Similarly, households that were incurring higher costs due to the purchase of bottled water were more accepting of the building level program. On average as the expenditure of a household on bottled water doubled from 10 USD/month to 20 USD/month, its odds of participation also doubled. The multivariate model (Equation 12 and Table 6) accounted for 0.3 (McFadden's pseudo R^2) and 0.5 (Cragg and Uhler's pseudo R^2) of the proportion of the total variability of the outcome depending on the pseudo R^2 equation used (Long 1997).

$$\text{Logit}(p_i) = -0.945 + 0.065x\frac{TDS_i}{1000} + 1.156x\text{UniversityEDU} + 0.079x\text{MonthlyCostB} \quad (12)$$

Table 6.

Model coefficients for the logistic model quantifying the willingness to participate in a building-level program aiming at mitigating saltwater intrusion

Coefficients:	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.945	0.470	-2.011	0.04432
TDS/1000 (ppm)	0.065	0.036	1.834	0.06667
Education: University level	1.156	4.233×10 ⁻¹	2.731	0.00632
Monthly expenditure on bottled water (USD/Month)	0.0792	0.0306	2.588	0.00966

3.4. Willingness to Pay

The questionnaire elicited the valuation of households towards having access to water with low salinity levels. Respondents were asked about their willingness to pay (WTP) per month for a program that aims at securing them access to freshwater for both a government run plan and a building level plan. *For a governmental plan*, the model results showed that households with a monthly income less than 1,500 USD were willing to pay on average 28 USD/month, while households with monthly incomes greater than 1,500 USD were willing to pay on average 51 USD/month. The TDS level was not found to be a significant predictor of the WTP in the case of the governmental plan. Note that while households with a higher income are willing to pay more, the relative expenditure between the two groups was very similar (around 2% of their monthly income). *For a building level plan*, the well TDS level, the educational level of the respondent, and the presence of an advanced treatment units were all found to be statistically significant predictors (Table 7). Holding all variables constant, people's

WTP increased by 1.1% for every 10% increase in well TDS levels. Households with a higher education level were found to be willing to pay on average 1.8 times more than respondents with a basic education, assuming both have access to similar quality water and have no treatment units installed. Finally, households with existing advanced treatment units were willing to pay 1.42 times more than households with no treatment. As such, a typical household with access to a 5,000 ppm TDS well, where its head has a university degree and has installed an advanced treatment unit is on average willing to pay around 100 USD per month. The rate drops to 30 USD per month for a household having access to a freshwater well (TDS = 500 ppm), where the head has had basic education and there is no treatment unit installed.

Table 7.
Model coefficients for the willingness to pay for a salinity mitigation program executed at the building level

Coefficients:	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	10.07	0.54	18.62	< 0.05
log(TDS)	0.11	0.06	1.66	0.01
Education: University level	0.57	0.15	3.89	< 0.05
Presence of a treatment unit	0.36	0.20	1.80	0.08

3.5. Viability of Reverse Osmosis as a Mitigation/Adaptation Measure

The economic viability of adopting RO at the building level hinges on the degree that the aquifer is affected by saltwater intrusion as well as the size of the facility. The difference in expenditure between households with an RO unit and those without it, is limited to the net difference between the cost of installing the unit and operating it on one hand and the savings a household is expected to accrue in terms of

extending the life of appliances and fixtures. As such, the breakeven point between the two options starts when the well TDS levels exceed 24,000 ppm, which renders the installation of RO units at most buildings economically non-viable even when within respondents' willingness to pay (360-600 USD/year) for a mitigation/adaptation measure/program that aims to reduce salinity levels. This indicates that in addition to the indirect costs that people are incurring due to saltwater intrusion, other costs remain unquantified (damage to utensils, pumps, piping, etc.) along with the discomfort associated with using brackish water for personal hygiene.

As salinities continue to increase, urban users will be pushed towards adopting building level RO units or incur higher indirect costs. If the salinity levels increase from their current median of 4,000 ppm to reach 9,000 ppm (the current upper quartile), the median household water bill will likely increase by at least 20% (from 670 to 810 USD/year, assuming the household adopts RO treatment with a cost of 210 USD/year and saves 70 USD in terms of indirect cost). If the current disengagement towards regulating the installation and operation of building level ROs continues, then overexploitation of groundwater will amplify. The efficiency of single-stage brackish water RO units is often between 50 and 65%; as such it is expected that pumping rates will double to overcome a given deficit in volume. The lack of regulations on proper brine discharge will also lead to aggravating environmental pollution as brine will either be re-injected into the aquifer or discharged with municipal wastewater. The former will lead to increased salinization, while the latter may disrupt the operations of biological treatment units. It is thus imperative that the public sector intervenes to erode the widening urban deficit and regulate groundwater pumping and the operation of building level desalination units.

CHAPTER 4

CONCLUSION

The study highlighted the gravity of saltwater intrusion in a coastal urban area along the Eastern Mediterranean (Beirut, Lebanon), facing water shortage and unregulated groundwater exploitation, typical of many developing coastal communities. Salinity levels, reaching as high as 30,000 ppm as TDS, were recorded, necessitating the control of unplanned pumping activities. In parallel, projections of climate change envisage an increase in net water demand (higher temperature coupled with population growth) and a decrease in aquifer recharge (lower precipitation coupled with urbanization), which along with the anticipated sea level rise (SLR) will advance the rate of salinization. Naturally overexploitation of vulnerable aquifers will persist without policies narrowing the gap between supply and demand. In this context, current policies are emphasizing increasing the supply side through costly out of basin water transfer schemes, which can relieve mounting pressures on groundwater temporarily, particularly that climate change projections anticipate increased net water demand in all basins precluding out of basin transfers in the long term. Demand side management becomes critical to narrow the gap including the introduction of smart meters coupled with tariff restructuring linked to ascending charges based on consumption rather than the existing flat fee, improving the efficiency of the water supply network to decrease an existing 50% rate of unaccounted for water / leaks, and providing economic incentives such as tax breaks or low interest loans for efficient water appliances and rainwater harvesting applications, as well as augmenting the supply side through the

adoption of non-conventional water sources such as water reuse / wastewater recycling and seawater desalination. The lack of resources is often cited as a major limitation curtailing the introduction of desalination in most developing countries. As such, supporting public-private partnerships (PPPs) could help overcome this hurdle. Increasingly, PPPs are being sought to finance desalination plants serving stressed urban areas. Both Build, Operate, and Transfer (BOT) as well as Build, Operate, and Own (BOO) tenders are being adopted worldwide (Egypt, Israel, US, Australia, Kingdom of Saudi Arabia, Singapore). In both models, the government retains control over delivering desalinated water to subscribers, shielding users from potential price hikes, the creation of monopolies, or disruption of services. Moreover, PPPs are more likely to make use of economies of scale with an improved ability for environmental regulatory enforcement in comparison to a large number of decentralized building-level systems. Finally, large scale desalination plants can make use of seawater instead of brackish groundwater and adopt the more efficient dual cycle RO system thus preventing groundwater overexploitation.

Appendix 1.

Household Survey Questionnaire (attached)

Socio-economic impacts of salt water intrusion on domestic water uses in Administrative Beirut Area

Questionnaire Identification					
AI1	Zone	__ __	AI5	Floor no.	__ __
AI2	Street	_____	AI6	Housing unit no.	(Start from right side) __
AI3	Neighbourhood	_____	AI7	GPS coordinates	N: _____
AI4	Building	_____	AI8		E: _____
Schedule					
AV1	First Visit	DD.MM.YY __ _ .__ _ .__ _	AT1	Start of interview (time)	hh:mm __ _ :__ _
			AT2	End of Interview (time)	hh:mm __ _ :__ _
AV2	Second Visit	DD.MM.YY __ _ .__ _ .__ _	AT3	Start of interview	hh:mm __ _ :__ _
			AT4	End of Interview	hh:mm __ _ :__ _
AV3	Total visits carried out	__			
AV4	Editing Date	DD.MM.YY	__ _ .__ _ .__ _		
AV5	Coding Date	DD.MM.YY	__ _ .__ _ .__ _		
AV6	Data Entry Date	DD.MM.YY	__ _ .__ _ .__ _		
Staff					
AS1	Interviewer	__ _	AS4	Coder	__ _
AS2	Supervisor	__ _	AS5	Data entry operator	__ _
AS3	Editor	__ _			
Respondent					
AH1	Name of household head (optional) _____				
AH2	Name of main Respondent (optional) _____				
AR1	Interview status		COMMENTS:		
	1	Interview completed			
	2	Refusal converted			
	3	Partly completed			
	4	No usable information			
	5	Household unit is vacant			
	6	No contact			
	7	Refusal			

Additional comments

سوف أبدأ بالسؤال عن المبنى الذي تسكن فيه

معلومات حول المبنى (Building Information)		
BI1	ما هو عدد الطوابق مع الطابق الأرضي (عدا مواقف السيارات تحت الأرض)؟	طابق <input type="text"/>
BI2	ما هو عدد الشقق الإجمالي المسكونة؟	شقة <input type="text"/>
BI3	ما هو عدد الشقق الإجمالي غير المسكونة؟ (تبقى فارغة لأكثر من 3 أشهر)	شقة <input type="text"/>
BI4	كم عمر المبنى ككل؟	سنة <input type="text"/>
BI5	منذ متى وأنتم تسكنون هذه الشقة؟	<input type="text"/>
BI6	هل تم إعادة تأهيل الشقة (من ضمن إمدادات المياه والمجارير) ومتى؟	<input type="text"/>
		1 لا إعادة تأهيل 98 لا جواب 99 لا أعلم
BI7	من المسؤول عن لجنة المبنى إذا وجدت؟	<input type="text"/>
		1 لا لجنة 98 لا جواب 99 لا أعلم

الآن سوف أسأل عن المياه في المنزل

مصادر المياه (Water Sources)		
WS1	ما هي مصادر المياه التي تصل الى المنزل؟	
WS1A	شبكة المياه العامة	1 نعم 2 كلا 99 لا أعلم
WS1B	بئر أرتوازي	1 نعم 2 كلا 99 لا أعلم
WS1C	صهريج مياه	1 نعم 2 كلا 99 لا أعلم
WS1D	مياه معبأة (bottled)	1 نعم 2 كلا 99 لا أعلم
WS1E	مياه منقولة باليد	1 نعم 2 كلا 99 لا أعلم
WS1F	مياه الأمطار	1 نعم 2 كلا 99 لا أعلم

إذا كنت تحصل على المياه من الشبكة العامة

مياه الشبكة العامة (Network Water)			
NW1	هل تصل إليك مياه الشبكة العامة مباشرة (من خلال حنفية خاصة للشرب في المطبخ مثلاً)؟	1 نعم 2 كلا 98 لا جواب 99 لا أعلم	
NW2	هل لديك عيار بالميتر المكعب؟	1 نعم، خاص بالشقة 2 نعم، مشترك للبناءية 3 كلا 98 لا جواب 99 لا أعلم	
NW3A	إذا كان لديك عيار بالميتر المكعب: ما قيمة فاتورتك السنوية؟	_____، _____، _____، _____ ليرة 97 N/A 99 لا أعلم	
NW3B	ما قياس عيار الشقة؟	_____، _____، _____، _____ م ³ 97 N/A 99 لا أعلم	
NW4A	ما هي استخدامات المياه التي تحصل عليها من شبكة المياه العامة للشرب	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
NW4B	لغسل الأيدي	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
NW4C	للاستحمام	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
NW4D	لغسل الطعام	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	

	للطبخ	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	NW4E
	لغسل الصحون	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	NW4F
	لتنظيف البيت	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	NW4G
	في غرفة الغسيل	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	NW4H
	ما وتيرة تزويد المياه عبر الشبكة العامة؟	1 مرة في الأسبوع متقطع لكن لا يمكن تحديد الوتيرة 2 بشكل مستمر 98 لا جواب 99 لا أعلم	NW5
	كم تبقى المياه مزودة حين تأتي؟	1 ساعة لا يمكن تحديد المدة 98 لا جواب 99 لا أعلم	NW6
Go to NW9	هل أنت راضٍ عن نوعية مياه الشبكة التي تصل الى منزلك في فصل الصيف؟	1 نعم 2 لا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	NW7

NW8	لماذا أنت غير راضٍ؟ (ممكن أكثر من جواب)	1 المياه ليست صافية 2 هناك رائحة كلور في المياه 3 هناك طعم للمياه 4 المياه كلسية 5 المياه تترك بقعاً على التجهيزات (المطبخ، الحمام) 6 المياه ملوثة 7 غير ذلك، حدد _____ N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99
NW9	هل أنت راضٍ عن نوعية مياه الشبكة التي تصل الى منزلك في فصل الشتاء؟	Go To NW11 1 نعم 2 لا N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99
NW10	لماذا أنت غير راضٍ؟ (ممكن أكثر من جواب)	1 المياه ليست صافية 2 هناك رائحة كلور في المياه 3 هناك طعم للمياه 4 المياه كلسية 5 المياه تترك بقعاً على التجهيزات (المطبخ، الحمام) 6 المياه ملوثة 7 غير ذلك، حدد _____ N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99
NW11	كيف تصنّف نوعية هذه المياه عموماً؟	1 جيدة (دون لون، طعم، رائحة، ورواسب) 2 متوسطة (بعض اللون، طعم، رائحة، ورواسب) 3 سيئة (ذات لون، طعم، رائحة، ورواسب) لا جواب 98 لا أعلم 99

إذا كنت تحصل على المياه من الآبار

مياه الآبار (Well Water)					
				عدد الآبار التي تصل منها المياه الى المنزل	WW1
				هل كان لديك بئر قديم لم تعد تستخدمه؟ لماذا؟	WW2 WW2A
				1 نعم، لأنّ البئر القديم جفّ	
				2 نعم، لسبب آخر حدّد _____	
				3 كلا	
				98 لا جواب	
				99 لا أعلم	
4	3	2	1		
البئر 4	البئر 3	البئر 2	البئر 1		
					WW3A
				نوع البئر	WW3B
1 خاص للمبنى	1 خاص للمبنى	1 خاص للمبنى	1 خاص للمبنى		
2 مشترك لعدة مبان	2 مشترك لعدة مبان	2 مشترك لعدة مبان	2 مشترك لعدة مبان		
3 مشترك للحي	3 مشترك للحي	3 مشترك للحي	3 مشترك للحي		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
				عمق البئر	WW3C
م	م	م	م		
قسطل	قسطل	قسطل	قسطل		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
				سنة الحفر	WW3D
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
				هل المضخة الحالية أوتوماتيك؟	WW3E
1 نعم	1 نعم	1 نعم	1 نعم		
2 كلا	2 كلا	2 كلا	2 كلا		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
				هل حصل وتمّ استبدال المضخة سابقاً؟	WW3F
1 نعم	1 نعم	1 نعم	1 نعم		
2 كلا Go to WW4A	2 كلا Go to WW4A	2 كلا Go to WW4A	2 كلا Go to WW4A		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
				ما كان عمر المضخة عند الاستبدال	WW3G
سنة	سنة	سنة	سنة		
N/A 97	N/A 97	N/A 97	N/A 97		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		

ليرة	ليرة	ليرة	ليرة	كافة الاستبدال الاجمالية	WW3H
N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99	N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99	N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99	N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99		
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		للشرب	ما هي استخدامات المياه التي تحصل عليها من البئر	WW4A
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		لغسل الأيدي		WW4B
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		للاستحمام		WW4C
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		لغسل الطعام		WW4D
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		للطبخ		WW4E
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		لغسل الصحون		WW4F
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		لتنظيف البيت		WW4G
	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم		في غرفة الغسيل		WW4H

WW5	لماذا اخترت استخدام مياه الآبار؟	1 الحاجة إلى كمية أكبر من المياه 2 سبب آخر، حدد _____ 98 لا جواب 99 لا أعلم
WW6	ماذا تدفع مقابل مياه الآبار او خدمة تأمين مياه البئر؟ لمن تدفع هذا المبلغ؟	1 لا شيء 98 لا جواب 99 لا أعلم
WW6A	هل هناك عيار للبئر الذي تستخدمه؟	1 نعم 2 كلا 98 لا جواب 99 لا أعلم
WW7A	هل أنت راضٍ عن نوعية مياه الآبار التي تصل الى منزلك في فصل الصيف؟	1 نعم 2 لا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم
WW7B	لماذا أنت غير راضٍ؟ (ممكن أكثر من جواب)	1 المياه مالحة 2 المياه كلسية 3 للمياه لون، حدد _____ 4 للمياه رائحة غريبة غير رائحة الكلور، حدد _____ 5 للمياه رائحة معدنية 6 المياه تترك بقعاً ا طبقة على الأواني والتجهيزات 7 المياه ملوثة جراثيمياً 8 غير ذلك، حدد _____ 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم
WW8A	هل أنت راضٍ عن نوعية مياه الآبار التي تصل الى منزلك في فصل الشتاء؟	1 نعم 2 لا 3 لا أستخدم مياه البئر في الشتاء 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم

المياه مالحة	1	لماذا أنت غير راضٍ؟ (ممكن أكثر من جواب)	WW8B
المياه كلسية	2		
للمياه لون، حدد _____	3		
للمياه رائحة غريبة غير رائحة الكلور حدد _____	4		
للمياه رائحة معدنية	5		
المياه تترك بقعاً ا طبقة على الأواني والتجهيزات	6		
المياه ملوثة جرثومياً	7		
غير ذلك، حدد _____	8		
N/A	97		
لا جواب	98		
لا أعلم	99		
جيدة (دون لون، طعم، رائحة، ورواسب)	1	كيف تصنف نوعية هذه المياه عموماً؟	WW9
متوسطة (بعض اللون، طعم، رائحة، ورواسب)	2		
سيئة (ذات لون، طعم، رائحة، ورواسب)	3		
لا جواب	98		
لا أعلم	99		
سنة		إذا كان الطعم مالحاً، منذ متى هذا الوضع؟	WW10
N/A	97		
لا جواب	98		
لا أعلم	99		
نعم	1	هل للمبنى خزان خاص بمياه الآبار	WW11
لا	2		
لا جواب	98		
لا أعلم	99		
Go to WW13 نعم، يدوياً بواسطة أدوية كيميائية	1	هل تتم معالجة مياه البئر قبل استعمالها؟	WW12
Go to WW14 نعم، بواسطة فلتر	2		
Go to WW18 نعم، بواسطة نظام معالجة	3		
Go to WT1A كلا	4		
لا جواب	98		
لا أعلم	99		

إذا تستعمل أدوية كيميائية ما هي هذه المواد؟		WW13
إسم المادة	ماذا يعالج؟	الكلفة السنوية بالليرة اللبنانية
1	2	3
1	2	3
1	2	3
WW13 A		
WW13 B		
WW13 C		
إذا كنت تستعمل فلتر، أين تضعه؟		WW14
1	2	3
2	3	4
3	4	98
4	98	99
98	99	
99		
ماذا يعالج هذا الفلتر؟		WW15
1	2	3
2	3	4
3	4	5
4	5	6
5	6	98
6	98	99
98	99	
99		
ما كلفة شراء وتركيب الفلتر الواحد؟		WW16 A
1	2	3
2	3	4
3	4	97
4	97	98
97	98	99
98	99	
99		
ما كلفة صيانة الفلتر الواحد؟ (حدّد الفترة الزمنية)		WW16 B
1	2	3
2	3	4
3	4	97
4	97	98
97	98	99
98	99	
99		
كم كان عمر آخر فلتر عندما تمّ تغييره؟		WW17
1	2	3
2	3	4
3	4	97
4	97	98
97	98	99
98	99	
99		

إذا كنت تستعمل نظام معالجة، ماذا يتضمن من وحدات معالجة؟					
D	C	B	A	هل يتضمن:	WW18
نظام آخر، حدد	تخفيف عسر المياه (الاملاح المعدنية) (Water softener)	محلّي للمياه المالحة (Reverse Osmosis)	تقطير للمياه (Water distiller)		
أو مجموعة وحدات					
1 نعم	1 نعم	1 نعم	1 نعم		
2 كلا	2 كلا	2 كلا	2 كلا		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
				سنة الشراء	WW19
97 N/A	97 N/A	97 N/A	97 N/A		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
1 ملوحة	1 ملوحة	1 ملوحة	1 ملوحة	ماذا تعالج هذه الوحدة؟	WW20
2 لون	2 لون	2 لون	2 لون		
3 تلوّث ميكروبي	3 تلوّث ميكروبي	3 تلوّث ميكروبي	3 تلوّث ميكروبي		
4 تكّس	4 تكّس	4 تكّس	4 تكّس		
5 غير ذلك، حدد	5 غير ذلك، حدد	5 غير ذلك، حدد	5 غير ذلك، حدد		
97 N/A	97 N/A	97 N/A	97 N/A		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا اعلم	99 لا اعلم	99 لا اعلم	99 لا اعلم		
1 قبل الخزان الخاص بالبئر	1 قبل الخزان الخاص بالبئر	1 قبل الخزان الخاص بالبئر	1 قبل الخزان الخاص بالبئر	أين توجد هذه الوحدة؟	WW21
2 بعد الخزان الخاص بالبئر	2 بعد الخزان الخاص بالبئر	2 بعد الخزان الخاص بالبئر	2 بعد الخزان الخاص بالبئر		
3 قبل الخزان المشترك للمبنى	3 قبل الخزان المشترك للمبنى	3 قبل الخزان المشترك للمبنى	3 قبل الخزان المشترك للمبنى		
4 بعد الخزان المشترك للمبنى قبل الخزانات الخاصة لكل شقّة	4 بعد الخزان المشترك للمبنى قبل الخزانات الخاصة لكل شقّة	4 بعد الخزان المشترك للمبنى قبل الخزانات الخاصة لكل شقّة	4 بعد الخزان المشترك للمبنى قبل الخزانات الخاصة لكل شقّة		
5 للشقّة، قبل الخزّان الخاص	5 للشقّة، قبل الخزّان الخاص	5 للشقّة، قبل الخزّان الخاص	5 للشقّة، قبل الخزّان الخاص		
6 للشقّة، بعد الخزّان الخاص	6 للشقّة، بعد الخزّان الخاص	6 للشقّة، بعد الخزّان الخاص	6 للشقّة، بعد الخزّان الخاص		
7 على حنفيّة المطبخ	7 على حنفيّة المطبخ	7 على حنفيّة المطبخ	7 على حنفيّة المطبخ		
8 غير ذلك	8 غير ذلك	8 غير ذلك	8 غير ذلك		
97 N/A	97 N/A	97 N/A	97 N/A		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا اعلم	99 لا اعلم	99 لا اعلم	99 لا اعلم		

D نظام آخر، حدد أو مجموعة وحدات	C تخفيف عسر المياه (الاملاح المعدنية) (Water softener)	B محلي للمياه المالحة (Reverse Osmosis)	A تقطير للمياه (Water distiller)		
<ul style="list-style-type: none"> • سعر إجمالي: ليرة _____ • لكل شقّة: ليرة _____ <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<ul style="list-style-type: none"> • سعر إجمالي: ليرة _____ • لكل شقّة: ليرة _____ <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<ul style="list-style-type: none"> • سعر إجمالي: ليرة _____ • لكل شقّة: ليرة _____ <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<ul style="list-style-type: none"> • سعر إجمالي: ليرة _____ • لكل شقّة: ليرة _____ <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ما كانت كلفة شراء وتركيب هذه الوحدة؟</p>	WW22
<p>ليرة _____ لكل شقّة في السنة</p> <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ليرة _____ لكل شقّة في السنة</p> <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ليرة _____ لكل شقّة في السنة</p> <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ليرة _____ لكل شقّة في السنة</p> <p>N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ما كلفة تشغيل وصيانة هذه الوحدة: أدوية، كهرباء، فلاتر.</p>	WW23
<p>1 نعم 2 كلا لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>1 نعم 2 كلا لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>1 نعم 2 كلا لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>1 نعم 2 كلا لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>هل حصل أن استبدلت هذه الوحدة؟</p>	WW24
<p>سنة N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>سنة N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>سنة N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>سنة N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>كم كان عمر الوحدة القديمة عند الاستبدال؟</p>	WW25
<p>ليرة _____ N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ليرة _____ N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ليرة _____ N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>ليرة _____ N/A 97 لا جواب 98 لا أعلم 99</p>	<p>كلفة الاستبدال لكل شقّة:</p>	WW26

إذا كنت تحصل على المياه من الصهاريج

صهاريج المياه (Water Tankers)			
نعم	1	للشرب	ما هي استخدامات المياه التي تحصل عليها من صهاريج المياه
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		
نعم	1	لغسل الأيدي	WT1B
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		
نعم	1	للاستحمام	WT1C
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		
نعم	1	لغسل الطعام	WT1D
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		
نعم	1	للطبخ	WT1E
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		
نعم	1	لغسل الصحون	WT1F
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		
نعم	1	لتنظيف البيت	WT1G
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		
نعم	1	في غرفة الغسيل	WT1H
كلا	2		
أحياناً	3		
لا أعلم	99		

		WT2	في أي شهر من السنة تبدأون عادةً بشراء المياه في الصهاريج؟	2 على مدار السنة	3 أحياناً عند الحاجة	98 لا جواب	99 لا أعلم	
		WT3	عادةً، هل يطلب الصهريج للمبنى ككل؟	1 نعم	2 كلا ، للشقة فقط	98 لا جواب	99 لا أعلم	
		WT4	أين يتم تخزين مياه الصهاريج؟	1 خزان مياه الشبكة المشترك للمبنى	2 خزان مياه الشبكة الخاص بالشقة	3 الخزان الخاص بالبنر	98 لا جواب	99 لا أعلم
B	A	أسئلة حول استهلاك مياه الصهاريج						
في الشتاء	في الصيف	WT5	ما هي وتيرة طلب الصهاريج؟	_____	_____	_____	_____	
_____	_____			97 N/A	97 N/A	99 لا أعلم	99 لا أعلم	
_____	_____	WT6	ما هو حجم الصهريج الذي تطلبه؟ (حدّد الوحدة)	_____	_____	_____	_____	
_____	_____			97 N/A	97 N/A	99 لا أعلم	99 لا أعلم	
_____	_____	WT7	كم تدفع مقابل مياه الصهاريج؟ (حدد الوحدة)	_____	_____	_____	_____	
_____	_____			97 N/A	97 N/A	99 لا أعلم	99 لا أعلم	
_____	_____	WT8	ملاحظات	_____	_____	_____	_____	
		WT9	لماذا اخترت استخدام مياه الصهاريج؟	1 الحاجة الى كمية أكبر من المياه	2 مشكلة في مصادر المياه الأخرى	3 سبب آخر، _____	98 لا جواب	99 لا أعلم
		WT9A						

Go to WT10B	1	نعم	هل أنت راضٍ عن نوعية مياه الصحاريح التي تصل الى منزلك في فصل الصيف؟	WT10 A
	2	لا		
	97	N/A		
	98	لا جواب		
	99	لا أعلم		
	1	المياه مالحة	لماذا أنت غير راضٍ؟ (ممكن أكثر من جواب)	WT10 B
	2	المياه كلسية		
	3	للمياه لون، حدد _____		
	4	للمياه رائحة، حدد _____		
	5	المياه تترك بقعاً ا طبقة على الأواني والتجهيزات		
	6	المياه ملوثة جرثومياً		
	7	غير ذلك، حدد _____		
Go to WT11B	97	N/A		
	98	لا جواب		
	99	لا أعلم		
	1	نعم	هل أنت راضٍ عن نوعية مياه الصحاريح التي تصل الى منزلك في فصل الشتاء؟	WT11 A
	2	لا		
97	N/A			
98	لا جواب			
99	لا أعلم			
	1	المياه مالحة	لماذا أنت غير راضٍ؟ (ممكن أكثر من جواب)	WT11 B
	2	المياه كلسية		
	3	للمياه لون، حدد _____		
	4	للمياه رائحة، حدد _____		
	5	المياه تترك بقعاً ا طبقة على الأواني والتجهيزات		
	6	المياه ملوثة جرثومياً		
	7	غير ذلك، حدد _____		
	97	N/A		
	98	لا جواب		
	99	لا أعلم		
	1	جيدة (دون لون، طعم، رائحة، ورواسب)	كيف تصنّف نوعية هذه المياه؟	WT12
	2	متوسطة (بعض اللون، طعم، رائحة، ورواسب)		
3	سيئة (ذات لون، طعم، رائحة، ورواسب)			
98	لا جواب			
99	لا أعلم			

WT13	هل حصل وكانت المياه مالحة؟	1 نعم، دائماً 2 نعم، أحياناً 3 نعم، في الصيف فقط 4 كلا، أبداً 98 لا جواب 99 لا أعلم
WT14	ما هو مصدر مياه الصهاريج؟	1 نبع 2 بئر 3 شركة 98 لا جواب 99 لا أعلم
WT15	حدّد اسم المصدر ورقم التلفون إذا أمكن	_____ / _____ 98 لا جواب 99 لا أعلم
WT16	هل تعالج مياه الصهريج قبل استعمالها؟	1 نعم، دائماً 2 نعم، أحياناً 3 نعم، في الصيف فقط 4 كلا، أبداً 98 لا جواب 99 لا أعلم
WT17	ما هي طرق المعالجة المتبعة؟	_____ _____ _____ N/A 97 98 لا جواب 99 لا أعلم

إذا كنت تشتري المياه المعبأة:

المياه المعبأة (Bottled Water)			
BW1A	ما هي استخدامات المياه للشرب المعبأة؟	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
BW1B	لغسل الأيدي	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
BW1C	للاستحمام	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
BW1D	لغسل الطعام	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
BW1E	للطبخ	1 نعم 2 كلا 3 أحياناً 99 لا أعلم	
BW2	عدد أنواع العبوات التي يستهلكها منزلك؟	نوع A 1 نوع B 2 نوع C 3	
BW3	ما هي سعة العبوة؟	ليتر 99 لا أعلم	
BW4	كم عبوة يستهلك المنزل في الأسبوع؟	ليتر 99 لا أعلم	
BW5	كم تدفع عن كل عبوة؟	ليتر 99 لا أعلم	
BW6	لماذا اخترت استخدام المياه المعبأة؟ (ممكن أكثر من جواب)	1 طعمها أفضل 2 أسباب صحية 3 مشكلة في مصادر المياه الأخرى	
BW61	سبب آخر	4 سبب آخر 98 لا جواب	
BW7	كيف تصنف نوعية هذه المياه؟	1 جيدة 2 متوسطة 3 سيئة 98 لا جواب	

الآن سوف أسأل عن تخزين المياه في منزلك:

خزانات المياه (Storage Tanks)					
عدد خزانات المياه المستخدمة لتأمين المياه الى منزلك (مشتركة وخاصة)					ST1
4	3	2	1		ST2
الخزان 4	الخزان 3	الخزان 2	الخزان 1		
1 خاص للمنزل 2 مشترك للمبنى 98 لا جواب 99 لا أعلم	1 خاص للمنزل 2 مشترك للمبنى 98 لا جواب 99 لا أعلم	1 خاص للمنزل 2 مشترك للمبنى 98 لا جواب 99 لا أعلم	1 خاص للمنزل 2 مشترك للمبنى 98 لا جواب 99 لا أعلم	لمن الخزان؟	ST2A
1 الطابق الأرضي 2 تحت الأرض 3 سطح المبنى 4 تختية الشقة 99 لا أعلم	1 الطابق الأرضي 2 تحت الأرض 3 سطح المبنى 4 تختية الشقة 99 لا أعلم	1 الطابق الأرضي 2 تحت الأرض 3 سطح المبنى 4 تختية الشقة 99 لا أعلم	1 الطابق الأرضي 2 تحت الأرض 3 سطح المبنى 4 تختية الشقة 99 لا أعلم	موقع الخزان:	ST2B
1 معدن 2 إسمنت 3 بلاستيك 4 إثيرنيت 5 غير ذلك، حدد: 99 لا أعلم	1 معدن 2 إسمنت 3 بلاستيك 4 إثيرنيت 5 غير ذلك، حدد: 99 لا أعلم	1 معدن 2 إسمنت 3 بلاستيك 4 إثيرنيت 5 غير ذلك، حدد: 99 لا أعلم	1 معدن 2 إسمنت 3 بلاستيك 4 إثيرنيت 5 غير ذلك، حدد: 99 لا أعلم	المادة المكونة للخزان:	ST2C ST2C1
1 مغطى 2 مفتوح 3 مقفل 99 لا أعلم	1 مغطى 2 مفتوح 3 مقفل 99 لا أعلم	1 مغطى 2 مفتوح 3 مقفل 99 لا أعلم	1 مغطى 2 مفتوح 3 مقفل 99 لا أعلم	هل الخزان:	ST2D
3 م 98 لا جواب 99 لا أعلم	3 م 98 لا جواب 99 لا أعلم	3 م 98 لا جواب 99 لا أعلم	3 م 98 لا جواب 99 لا أعلم	سعة الخزان:	ST2E

4	3	2	1		
الخزان 4	الخزان 3	الخزان 2	الخزان 1		
1 مياه الشبكة	1 مياه الشبكة	1 مياه الشبكة	1 مياه الشبكة	مصادر مياه	ST2F
2 مياه البئر	2 مياه البئر	2 مياه البئر	2 مياه البئر	الخزان	
3 مياه الصهاريج	3 مياه الصهاريج	3 مياه الصهاريج	3 مياه الصهاريج	(يمكن أكثر	
4 مياه الشتاء	4 مياه الشتاء	4 مياه الشتاء	4 مياه الشتاء	من جواب):	
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
1 ولا مرة	1 ولا مرة	1 ولا مرة	1 ولا مرة	وتيرة تنظيف	ST2G
2 عند الحاجة	2 عند الحاجة	2 عند الحاجة	2 عند الحاجة	الخزان:	
3 سنوياً	3 سنوياً	3 سنوياً	3 سنوياً		
4 كل ستة أشهر	4 كل ستة أشهر	4 كل ستة أشهر	4 كل ستة أشهر		
5 غير ذلك، حدد	5 غير ذلك، حدد	5 غير ذلك، حدد	5 غير ذلك، حدد		ST2G1
97 N/A	97 N/A	97 N/A	97 N/A		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
				حدد	ST2H
				الأسباب	
				التي تدفعك	
				إلى تنظيف	
				الخزان	
97 N/A	97 N/A	97 N/A	97 N/A		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
1 نعم، يدويًا بواسطة	1 نعم، يدويًا بواسطة أدوية	1 نعم، يدويًا بواسطة	1 نعم، يدويًا بواسطة	هل تتم	ST2I
2 أدوية كيميائية	2 أدوية كيميائية	2 أدوية كيميائية	2 أدوية كيميائية	معالجة مياه	
3 نعم، بواسطة فلتر	3 نعم، بواسطة فلتر	3 نعم، بواسطة فلتر	3 نعم، بواسطة فلتر	الخزان قبل	
4 نعم، بواسطة نظام	4 نعم، بواسطة نظام	4 نعم، بواسطة نظام	4 نعم، بواسطة نظام	استعمالها؟	
5 معالجة	5 معالجة	5 معالجة	5 معالجة		
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		
1 نعم	1 نعم	1 نعم	1 نعم	هل تستخدم	ST2J
2 لا	2 لا	2 لا	2 لا	مياه الخزان	
3 أحياناً	3 أحياناً	3 أحياناً	3 أحياناً	للشرب؟	
98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب	98 لا جواب		
99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم	99 لا أعلم		

سوف أطرح عليك بعض الأسئلة حول قساطل المياه:

قساطل المياه في المنزل (Water Fixtures)		
	1 حديد 2 بلاستيك 3 نحاس 98 لا جواب 99 لا أعلم	WF1 ممّ مصنوعة قساطل المياه في منزلك؟
B قساطل المياه الساخنة	A قساطل المياه الباردة	بالنسبة لقساطل المياه:
1 نعم، سنة 2 نعم، لا اذكر متى 98 لا جواب 99 لا أعلم	1 نعم، سنة 2 نعم، لا اذكر متى 98 لا جواب 99 لا أعلم	WF2 هل حصل أن صلّحت/غيّرت قساطل المياه؟
1 حديد 2 بلاستيك 3 نحاس 4 غير ذلك، حدّد 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	1 حديد 2 بلاستيك 3 نحاس 4 غير ذلك، حدّد 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	WF3 إذا كان الجواب نعم، مما كانت مصنوعة تلك القساطل؟ WF31
97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	WF4 ما كان سبب التصليح او التغيير؟
97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	WF5 ما كانت تكلفة التصليح او التغيير؟
Go to WF7A	2 لم أستدعه في الستة أشهر الماضية 98 لا جواب 99 لا أعلم	WF6A كم مرّة استدعيت السمكري في الستة أشهر الماضية؟
	97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم	WF6B إذا استدعيته، ما كانت الأسباب/الأعطال؟

سوف أ طرح عليك بعض الأسئلة حول التجهيزات الصحية:

التجهيزات والتديدات الصحية (Water Fixtures)			
<input type="checkbox"/>	مغسلة ومجلى	ما عدد التجهيزات الصحية في المنزل	WF7A
<input type="checkbox"/>	كرسي حمام		WF7B
<input type="checkbox"/>	دوش/ حوض استحمام		WF7C
<input type="checkbox"/>	سخان المياه على الكهرباء		WF7D
<input type="checkbox"/>	سخان المياه على الطاقة الشمسية		WF7E
<input type="checkbox"/>	سخان المياه على المازوت		WF7F

ما هي التمديدات والأدوات الصحية الموجودة في منزلك التي تم استبدالها وما كانت كلفة الاستبدال؟						WF9
5	4	3	2	1	الأدوات	
هل لديك مشكلة صدأ على التمديدات الحالية؟	لماذا تم الاستبدال؟ EXPLAIN	كلفة الاستبدال:	كم كان عمرها عند استبدالها؟	هل تم استبدالها؟ متى؟		
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 نعم، لا اعلم متى 2 كلا Go to E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	مجلى (stainless steel)	WF9A
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 نعم، لا اعلم متى 2 كلا Go to E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	حنفية المجلى	WF9B
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 نعم، لا اعلم متى 2 كلا Go to E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	الحمام بالكامل	WF9C
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 نعم، لا اعلم متى 2 كلا Go to E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	المغسلة	WF9D
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 نعم، لا اعلم متى 2 كلا Go to E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	حنفية المغسلة	WF9E

ما هي التمديدات والأدوات الصحية الموجودة في منزلك التي تم استبدالها وما كانت كلفة الاستبدال؟						WF9
5	4	3	2	1	الأدوات	
هل لديك مشكلة صدأ على التمديدات الحالية؟	لماذا تم الاستبدال؟ EXPLAIN	كلفة الاستبدال:	كم كان عمرها عند استبدالها؟	هل تم استبدالها؟ متى؟		
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 2 كلا E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	حوض الاستحمام	WF9F
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 2 كلا E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	حنفية حوض الاستحمام	WF9G
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 2 كلا E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	قسطل الدوش	WF9H
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 2 كلا E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	رأس الدوش	WF9I
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 2 كلا E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	نظام شطف الماء في كرسي الحمام Flushing system	WF9J
1 نعم 2 كلا 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	_____	ليرة _____ 1 على الشركة (guarantee) 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	سنة 1 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	 سنة 1 2 كلا E 97 N/A 98 لا جواب 99 لا اعلم	الشطاف	WF9K

_____	نعم، حدد	هل هناك آثار سلبية على استعمالات المياه	WF10
_____	لا	الشخصية (استحمام، تنظيف اسنان، حريق في	A
_____	N/A	الاعين)	
_____	لا جواب		
_____	لا اعلم		
_____		WF10	B
_____		ما هي الإجراءات المتخذة للتخفيف من هذه	الآثار؟
_____	لا إجراءات	1	
_____	N/A	97	
_____	لا جواب	98	
_____	لا اعلم	99	

سوف أشرح عليك بعض الأسئلة حول الإستعداد للدفع:

الإستعداد للدفع (Willingness to Pay)		
WTP1	بالنسبة لملوحة المياه في منزلك، هل ترى وجوب اتخاذ إجراءات لتخفيض نسبة الملوحة؟	1 نعم 2 كلا 98 لا جواب 99 لا أعلم
WTP2A	إذا تم وضع خطة لحماية الآبار الجوفية في بيروت من ارتفاع نسبة الملوحة في مياهها، هل أنت مستعد لدفع أي مبلغ للمساهمة في الخطة؟	1 نعم 2 كلا، لست مستعداً لدفع أي مبلغ 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم
WTP2B	ما هو المبلغ الشهري (الليرة اللبنانية) الذي تستعد لدفعه للمساهمة في الخطة؟	Go to WTP ليرة <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 97 N/A
WTP2C	حدد أول مبلغ تقترحه على المجيب: ل ل	98 لا جواب 99 لا أعلم
WTP2C	لماذا أنت غير مستعد؟	1 لا أملك الإمكانية لتحمل أي كلفة إضافية 2 أرفض فكرة المساهمة في حماية الآبار 3 أرفض فكرة وضع قيمة نقدية لنوعية المياه 4 لا أثق بالجهة المنفذة (الدولة) 5 غيره، حدد _____ 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم
WTP2C1		
WTP3A	إذا هناك إجراءات أو معالجات للحد أو تخفيض نسبة الملوحة في مياه البئر الإرتوازي الذي تستخدمه، هل أنت مستعد لدفع أي مبلغ للمساهمة في ذلك؟	1 نعم 2 كلا، لست مستعداً لدفع أي مبلغ 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم
WTP3B	ما هو المبلغ الشهري (الليرة اللبنانية) الذي تستعد لدفعه لذلك؟	Go to SD1 ليرة <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 97 N/A
WTP3C	حدد أول مبلغ تقترحه على المجيب: ل ل	98 لا جواب 99 لا أعلم
WTP3C	لماذا أنت غير مستعد؟	1 لا أملك الإمكانية لتحمل أي كلفة إضافية 2 أرفض فكرة المساهمة في معالجة ملوحة مياه الآبار 3 أرفض فكرة وضع قيمة نقدية لنوعية المياه 4 غيره، حدد _____ 97 N/A 98 لا جواب 99 لا أعلم
WTP3C1		

سوف أ طرح عليك بعض الأسئلة حول الوضع الصحي العام لمنزلك:

الوضع الصحي (Health Status)		
هل يعاني أحد أفراد المنزل من أمراض جلدية؟	1	لا
		نعم، حدد
	98	لا جواب
	99	لا أعلم
هل يعاني أحد أفراد المنزل من مشاكل في الشعر وفروة الرأس؟	1	لا
		نعم، حدد
	98	لا جواب
	99	لا أعلم

ملاحظات:

WATER IN BEIRUT: REGULATIONS, INSTITUTIONS, AND CURRENT CONDITIONS

1. Legal framework:

Knowing that water in Lebanon is a public commodity, the need for laws and regulations to manage this sector has emerged. In order to assess the management of water resources in Lebanon, it is essential to be familiar with the legal and institutional frameworks that control the water management.

Water laws in Lebanon initially emerged from the Islamic laws which were in turn adapted by the Ottomans to set their water law. The later was enforced in Lebanon until the French mandate period began. Later on, this law was modified and was known as the Mejell code which remained applied after 1922. This code identified water resources as public good and categorized rivers into private and public ones. In addition, Mejell code included definition for water ownership and usage, rehabilitation of water pipelines, wells, springs, and rivers protection areas. The first water related laws (Law 144 in 1925 and Law 320 in 1926) were modified during the French mandate era (ARD, 2003)

In order to manage the water sector in Lebanon, laws related to water exploitation and investment, as well as water quality and quantity issues emerged. A list of the most significant water related laws is presented in table 1.

Table 1: Legal framework

Law	Argument
Order No. 144,1925	Protection of surface water and groundwater resources
Order No. 320/26, 1926	Protection of catchment areas
Decree 12 1932	Prohibits the construction of buildings, wells or boreholes that could negatively affect potable water
Decree 16, 1932	Securing potable water in locations including at least 500 persons to five liters per person per day.
Decree 2761, 1933	Prohibits the discharge and/or storage of wastewater within the protection area of a potable water source, on soils, in caves, and/or in bottomless wells.
Decree No. 639, 1942	Protection of Nabaa Al Asal spring, Faraya
Decree No. 10276	Protection zones for water sources and recharge area
Decree No. 14438,1970	Restrictions on the depth of unlicensed boreholes were no permits is needed if the well: 1) Is located in a private land and is non-artesian

	2) Has a maximum depth of 150 m 3) Has a maximum flow of 100 m ³ of water per day However, the well has to be far from any other natural water source such as springs or rivers.
Decision 67, 1972	Bacteriological water tests standards required to be adopted by all governmental laboratories of the Ministry of Public Health (MoPH).
Decree No. 8735,1974	Preserving public cleanliness from underground solid and liquid pollution
Law 148, 1983	Specifying a distance of at least two meters separating any kind of building from canals and water streams borders and public water properties
Decree No. 680, 1988	The preservation and protection of boreholes
Decision 52/1, 1996	New criteria aimed at protecting surface and sea water from pollution, in addition to other standards related to soil and air quality
Law 444, 2002	Protection of the environment specifying several issues among others, how to protect the water, marine and ground environment from pollution.

Source: (ARD, 2003)

2. Institutional framework:

A number of stakeholders and institutions have the authority to manage water resources in Lebanon. However, there is duplication of work among different stakeholders, which is considered a major limitation in the institutional framework for water resources management in Lebanon. Table 2 presents their responsibilities and their roles in managing water resources (ARD, 2003).

INSTITUTION	Water quantity management	Potable Water Collection and Distribution	Water properties protection from misuse	Water quality management
Ministry of Energy and Water (MoEW)	<ul style="list-style-type: none"> • Designs and implements large water systems such as dams, artificial lakes, and tunnels • Rehabilitates river borders and water networks • Feeds aquifers when needed and monitors water quantities pumped 	<ul style="list-style-type: none"> • Assesses, monitors, and studies water resources, quantifies water needs and assesses usage opportunities and domains • Develops and continuously revises master plans for distributing potable water 	<ul style="list-style-type: none"> • Provides permits for the public for exploiting groundwater and surface water • Regulates permits given to mines and quarries in terms of their effect on water resources • Protects water overexploitation by 	<ul style="list-style-type: none"> • Specifies appropriate quality standards • Protects water pollution by providing adequate enforcing documents and taking appropriate actions • Interferes when giving permits to mines and quarries

	and exploited from these aquifers		providing adequate enforcing documents and taking appropriate actions	in terms of their effect on water resources
Ministry of Public Health (MOPH)				<ul style="list-style-type: none"> • Specifies appropriate quality standards • Carries out bacteriological laboratory tests for water and nutritional products and sets the maximum allowable levels of bacteria for those to be suitable for consumption. • Carries out chemical laboratory tests for potable water and sea water, and sets the maximum allowable levels of chemicals for those to be suitable for consumption
Ministry of Environment (MOE)				<ul style="list-style-type: none"> • Puts plans to protect the environment from pollution especially from wastewater and more specifically to prevent pollution to groundwater, potable, and irrigation water • Prepares legislative documents, sets standards and necessary guidelines to promote and sustain environmental quality • Perform periodical laboratory tests to define levels of potable and irrigation water, seawater, and river water pollution, suggest correction measures and monitor the implementation of these measures by the concerned parties.
Litani River Authority (LRA)		<ul style="list-style-type: none"> • Implements the Litani River Project for 		<ul style="list-style-type: none"> • Monitors surface and

		potable water supply within a comprehensive water management plan for Lebanon. LRA actions also covers the territory of rivers and springs gauging		groundwater quality
Water establishments	<ul style="list-style-type: none"> Suggests tariffs for 1) the distribution of potable and irrigation water, 2) the discharges of wastewater services 	<ul style="list-style-type: none"> Studies, implements, invests, monitors and rehabilitates water projects, to distribute potable water 		<ul style="list-style-type: none"> Monitors and controls potable and irrigation water quality and domestic wastewater quality onto the outlets of treatment plants.
Municipalities		<ul style="list-style-type: none"> Supervises and advise on the projects within the municipal boundaries 	<ul style="list-style-type: none"> Takes preventive measures to avoid, flooding and inundation. Gives permits to install water networks 	
Ministry of defense (MoD)		<ul style="list-style-type: none"> Studies and implements potable water projects in displaced areas 		
Council and development and research (CDR)		<ul style="list-style-type: none"> Plans and implements projects 		
Council for the South		<ul style="list-style-type: none"> Plans and implements projects 		
Mouhafez	<ul style="list-style-type: none"> Ensures implementation of rules and disciplines within the Mouhafaza's boundaries 		<ul style="list-style-type: none"> Supervises all public related projects 	

(Adapted from ARD, 2003)

Appendix 3.

DESCRIPTION OF VARIABLES

Variables	Frequency	Percentage (%)
Age		
Low age (≤ 45)	33	18.6
Middle age ($>45 < 60$)	61	34.5
Old age (≥ 60)	74	41.8
DK/RA	9	5.1
Education		
Primary level	89	50.3
University level	86	48.6
DK/RA	2	1.1
Income range		
Low income ($< 1500\$$)	43	24.3
High income ($> 1500\$$)	123	69.5
DK/RA	19	10.7
Size of House		
Small house (≤ 5 rooms)	131	74
Big house (> 5 rooms)	46	26
Own the house or No		
Own	135	76.3
No	42	23.7
Total number of respondents	177	100

- Primary level: Respondents completed the elementary, intermediate, secondary, or technical level of education
- University level: Respondents completed the bachelor, Masters, or PhD level.
- DK: Do not know RA: Refuse to answer

BIBLIOGRAPHY

- Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1985). *Water quality for agriculture*. Rome, Italy: FAO
- Biswas, A., & Kirchherr, J. (2012). Water prices in Europe need to rise substantially to encourage more sustainable water consumption. In, *LSE European Politics and Policy (EUROPP)*. London, U.K.: The London School of Economics and Political Science
- Blaylock, A.D. (1994). Soil salinity, salt tolerance, and growth potential of horticultural and landscape plants. In C.E. Service (Ed.). Larmie, Wy: University of Wyoming College of Agriculture
- Dawadi, S., & Ahmad, S. (2012). Changing climatic conditions in the Colorado River Basin: implications for water resources management. *Journal of Hydrology*, 430, 127-141
- De Montety, V., Radakovitch, O., Vallet-Coulomb, C., Blavoux, B., Hermitte, D., & Valles, V. (2008). Origin of groundwater salinity and hydrogeochemical processes in a confined coastal aquifer: case of the Rhône delta (Southern France). *Applied Geochemistry*, 23, 2337-2349
- El-Fadel, M., Maroun, R., Semerjian, L., & Harajli, H. (2003). A health-based socio-economic assessment of drinking water quality: the case of Lebanon. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 14, 353-368
- German Association of Energy and Water Industries (2010). Comparison of European water and wastewater prices. In (p. 11). Bonn, Germany: BDEW German association of Energy and Water Industries
- Howitt, R.E., Kaplan, J., Larson, D., MacEwan, D., Medellín-Azuara, J., & Horner, G. (2009). The Economic Impacts of Central Valley Salinity. In. Davis, California: University of California Davis
- Lashkaripour, G.R., & Zivdar, M. (2005). Desalination of brackish groundwater in Zahedan city in Iran. *Desalination*, 177, 1-5
- Long, J.S. (1997). *Regression models for categorical and limited dependent variables*. Thousand Oaks, CA
- Maas, E., & Grattan, S. (1999). Three Crop Yields as Affected by Salinity
- Maas, E., & Hoffman, G. (1977). Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of the irrigation and drainage division*, 103, 115-134

- Masciopinto, C. (2013). Management of aquifer recharge in Lebanon by removing seawater intrusion from coastal aquifers. *Journal of Environmental Management*, 130, 306-312
- Maupin, M.A., Kenny, J.F., Hutson, S.S., Lovelace, K., J., Barber, N.L., & Linsey, K.S. (2014). Estimated use of water in the United States in 2010. In, *U.S. Geological Survey Circular* (p. 56)
- McDonald, R.I., Green, P., Balk, D., Fekete, B.M., Revenga, C., Todd, M., & Montgomery, M. (2011). Urban growth, climate change, and freshwater availability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 6312-6317
- Michelsen, A.M., McGuckin, T., Sheng, Z., & Lacewell, R. (2009). Rio Grande Salinity Management Program: Preliminary Economic Impact Assessment. In. El Paso, Texas: Rio Grande Salinity Management Coalition
- MoE, ECODIT, & UNDP (2011). State and trends of the Lebanese environment. In, *State of the Environment*. Beirut, Lebanon
- Munns, R., & Gilliham, M. (2015). Salinity tolerance of crops—what is the cost? *New Phytologist*
- Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V., Codignotto, J., Hay, J., McLean, R., Ragoonaden, S., Woodroffe, C.D., Abuodha, P., & Arblaster, J. (2007). Coastal systems and low-lying areas. In M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden, & C. Hanson (Eds.), *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 315-356). Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Pachauri, R.K., Allen, M., Barros, V., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J., Clarke, L., Dahe, Q., & Dasgupta, P. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In R. Pachauri, & L. Meyer (Eds.), *Climate Change 2014: Synthesis Report* (p. 151). Geneva, Switzerland: IPCC
- Phelps, G., & Crabtree, S. (2013). Worldwide, Median Household Income About \$10,000. In. Washington D.C.: Gallup, Inc.
- R Core Team (2015). R: A Language and Environment for Statistical Computing. In R.D.C. Team (Ed.), *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing
- Ragan, G.E., Young, R.A., & Makela, C.J. (2000). New evidence on the economic

benefits of controlling salinity in domestic water supplies. *Water Resources Research*, 36, 1087-1095

Ranjan, P., Kazama, S., & Sawamoto, M. (2006). Effects of climate change on coastal fresh groundwater resources. *Global Environmental Change*, 16, 388-399

Rice, E.W., Baird, R.B., Eaton, A.D., & Clesceri, L.S. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 22nd Edition*. (22 ed.). Washington, D.C.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation

Self, J. (2010). Domestic water quality criteria. In C.S.U. Extension (Ed.). Fort Collins, Co: Colorado State University Extension

Tihansky, D.P. (1974). Economic damages from residential use of mineralized water supply. *Water Resources Research*, 10, 145-154

Vörösmarty, C.J., Green, P., Salisbury, J., & Lammers, R.B. (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *science*, 289, 284-288.