

**SCIENTIFIC COMMITTEE CONCERNED WITH EFFLUENT DISCHARGE FROM  
AQUACULTURE ACTIVITIES INTO THE GULF OF EILAT**

**CONTENTS**

<b>Chapter 1: Background.....</b>	<b>2</b>
<b>Chapter 2: Committee Procedures .....</b>	<b>4</b>
<b>Chapter 3: Review of current knowledge on the northern Gulf of Eilat ecosystem</b>	<b>5</b>
<b>Chapter 4: Conclusions .....</b>	<b>14</b>
<b>Chapter 5: Recommendations.....</b>	<b>18</b>
<b>References.....</b>	<b>19</b>

**Appendices:**

Appendix 1 – Letter of Appointment .....	21
Appendix 2 – Protocols.....	23
Appendix 3 – Power Point presentations by governmental representatives.....	39
Appendix 4 – Power Point presentations by Committee members.....	74

## Chapter 1. Background

On 1.7.12, governmental decision #4848 was issued concerned with sustainable economical development of marine biology and mariculture in Eilat. An examination of the possible effects of commercial activities resulting from above decision is of utmost importance in view of the fact that the northern Gulf of Eilat's ecosystem is highly vulnerable to anthropogenic activity. The present Committee, appointed by the Ministry of Environmental Protection<sup>1</sup>, was established to advise the Ministry on the effects of effluent discharge on the ecosystem of the Gulf and, furthermore, to provide recommendation as to permissible quantities of effluent discharge from aquaculture activities. It should be noted that the Committee did not look into the type of aquaculture systems that could possibly be employed along the northern Gulf of Eilat. Merely, the Committee's aim was focused on evaluating present knowledge on the ecosystem and the dynamics (currents and mixing processes) of the northern Gulf of Eilat in order to provide guidelines for permissible effluent discharge levels. The Chief Scientist of the Ministry of Environmental Protection, Dr. Sinaia Netanyahu, appointed a Committee of experts in the fields of chemical, physical and biological oceanography, coral ecology, fish pathology, fish physiology, aquatic microbiology, and water treatment in aquaculture systems. The Committee consisted of the following members:

Prof. Ilana Berman-Frank, Bar Ilan University  
Dr. Dan Chernov, Haifa University  
Prof. Arik Diamant, Israel Oceanographic & Limnological Research, Eilat  
Prof. Maoz Fine, Bar Ilan University  
Prof. Amatzia Genin, The Hebrew University of Jerusalem  
Prof. Hezi Gildor, The Hebrew University of Jerusalem  
Prof. Yoav Gothilf, Tel Aviv University  
Prof. Boaz Lazar, The Hebrew University of Jerusalem  
Prof. Oren Levy, Bar Ilan University  
Dr. Yonni Shaked, The Interuniversity for Marine Sciences in Eilat  
Prof. Jaap van Rijn (Committee Chair), The Hebrew University of Jerusalem

Besides the Committee members, representatives from the Ministry of Economic Affairs, Ministry of Agriculture and the Ministry of Environmental Protection participated in the meetings. In addition to serving as observers, these representatives provided information on the position of each of their ministries with respect to the topic under discussion. The following ministerial representatives participated in the meetings:

<sup>1</sup>The Committee's letter of appointment is attached as **Appendix 1**

Final report 12/5/2016

Dr. David Assaf, Ministry of Economics  
Dr. Ilan Malester, Ministry of Environmental Protection  
Mr. Noam Mozes, Ministry of Agriculture  
Dr. Dror Zurel, Ministry of Environmental Protection.

## **Chapter 2. Committee Procedures**

The initial meeting of the Committee was held on November 2, 2015 followed by three additional meetings of which the last one on March 9, 2016<sup>2</sup>. During the first meeting, Dr. Sinaia Netanyahu, Chief Scientist of the Ministry of Environmental Protection, provided information on the reasons behind establishing the present Committee and on fundamental issues concerning effluent discharge into the Gulf. In addition, each of four governmental representatives, Dr. David Assaf, Dr. Ilan Malester, Mr. Noam Mozes and Dr. Dror Zurel, briefed the Committee on their ministries positions regarding the topic under discussion<sup>3</sup>. Dr. Rani Amir of the Ministry of Environmental Protection was invited to this first meeting to update the Committee on governmental regulations concerned with effluent discharge into the sea. The three following Committee meetings were devoted to presentations by Committee members<sup>4</sup> dealing with the physical, chemical and biological characteristics of the northern Gulf of Eilat. In these latter meetings, the available information on the northern Gulf of Eilat's ecosystem was analyzed by the Committee members eventually leading to the synthesis of a number of recommendations on permissible effluent discharge levels from anthropogenic activities in general, and specifically from aquaculture activities. The Committee also communicated with Prof. Steve Brenner from Bar Ilan University on mixing processes in the northern Gulf.

<sup>2</sup> Protocols of the meetings are attached as **Appendix 2**

<sup>3</sup> PowerPoint presentations of each of the ministerial representatives are attached as **Appendix 3**

<sup>4</sup> PowerPoint presentations of Committee members are attached as **Appendix 4**

### Chapter 3. Review of current knowledge on the northern Gulf of Eilat ecosystem

The northern Gulf of Eilat is a delicate ecosystem harboring a unique coral reef. The Gulf of Eilat is generally considered an oligotrophic sea and, consequently, relatively small changes in ambient nutrient concentrations evoke relatively rapid changes in phytoplankton biomass and composition. Nutrient addition into the northern Gulf of Eilat stems from point and non-point sources. Non-point sources are generally unpredictable as they are mainly influenced by weather conditions such as excessive rainfall (flash floods), leading to nutrient addition through run-off water, and heavy storms, leading to excessive dust input into the Gulf. Known point-sources of pollution into the northern Gulf of Eilat are those from man-made activities. With respect to nitrogen (a major nutrient affecting phytoplankton growth in the Gulf), these point sources of pollution contribute yearly to nearly 30 tonnes of N (**Table 1**). For comparison, annual N addition to the Gulf of Eilat through the Straits of Tiran amounts to some 50,000 to 125,000 tonnes. It should be noted that information is lacking on the type and quantity of pollution into the northern Gulf from neighboring countries (Jordan and northern Saudi Arabia).

**Table 1. Actual Nitrogen and Phosphorus input into the northern Gulf of Eilat by point-sources in 2014\***

Location	Nitrogen (tonnes/y)	Phosphorus (tonnes/y)
Meridian Hotel	8.87	0.45
National Water Carrier (Mekorot)	12.34	3.34
Aquarium (Mitspeh)	3.40	0.17
Ardag hatchery	4.56	1.02
National Center of Mariculture, IOLR	0.70	0.12
NBT –Eilat	0.0018	0.0001
<b>Total</b>	<b>29.87</b>	<b>5.10</b>

\* Source: Dr. I. Malester, Ministry of Environmental Protection

During the years 2003-2008, when fish cages were deployed in close vicinity to the northern tip of the Gulf, annual fish production ranged from 2,200 to 3,100 tonnes. Based on realistic, average feed conversion and nitrogen utilization rates by seabream and seabass cultured in these cages, it is estimated that, on average, some 300 tonnes of N were discharged yearly into the Gulf as a result of this fish farming activity (**Table 2**).

**Table 2. Annual fish production in cages in the northern Gulf of Eilat in the years 2003-2007 and corresponding nitrogen production rates\***

Year	Fish production (tonnes/y)	Nitrogen production (tonnes/y)
2003	2,600	286
2004	3,000	329
2005	3,100	340
2006	2,800	307
2007	2,200	241
<b>Average</b>	<b>2,740</b>	<b>301</b>

\* Nitrogen production rates were calculated based on feed conversion ratio (FCR) of seabream obtained in fish cages and nitrogen utilization efficiency by seabream (Lupatsch and Kissil, 1998). FCR (kg feed required per kg fish weight gain): 2.0; Feed protein content: 44%; Nitrogen utilization efficiency by fish: 22% of N in feed.

The northern Gulf is subject to large seasonal and inter-annual fluctuations in nutrient concentrations in the photic zone. These fluctuations are driven by the depth of upper water-column mixing (a function of sea surface temperature; see Appendix #4, Prof. Gildor) and the amount of nutrients stored in the water. High nutrient concentrations at the photic zone drive primary productivity and lead to large increases in phytoplankton and benthic algae in the northern Gulf and the local coral reefs (Genin et al., 1995). Deep water from the Indian Ocean does not enter the Gulf of Eilat due to the relatively shallow depths of the Gulf at the Straits of Tiran. The nutrients that do enter the Gulf do so in the form of both dissolved fractions and organic matter (plankton and detritus). In turn, biological, physical and chemical processes affect their distribution and

concentration before reaching the northern Gulf of Eilat. Deep water in the northern Gulf of Eilat contains most of the dissolved nutrients. During stratification, nutrient levels are low in the photic zone due to phytoplankton uptake and assimilation and increase rapidly in the underlying aphotic zone as a result of phytoplankton decomposition and bacterial mineralization.

The large scale and complex nature of the Gulf's ecosystem, together with its sensitivity to eutrophication, complicate research efforts aimed at predicting the effect of nutrient input on the Gulf's ecosystem. Therefore, for estimating the amount of nutrient discharge that may be tolerated, one is forced to rely on existing data and lessons learned from past events. One such an event, cage farming of fish in the northern Gulf of Eilat in the period from 2003 to 2007, and, consequently, the relatively large input of additional nutrients to the Gulf, has been a major yardstick in this report

Since 2003, Israel's national monitoring program at the Gulf of Eilat (NMP) documents temporal and vertical variations in nutrient concentrations in the water column as well as the state of different ecosystems, including coral reefs. This long-term monitoring program covered the period in which fish cages were deployed (2003-2008). The routine monitoring measurements at station A (750 m depth, approximately 10 km south of the Gulf's northern end) revealed that in the deep waters (>500 m) the concentration of total oxidized nitrogen (TON; nitrate + nitrite) was significantly higher and dissolved oxygen (DO) significantly lower during the period of fish cages (2003-2007) than in the period after their exclusion (**Fig. 1**). In addition, it was found that during the period of fish farming, elevated ammonium concentrations were detected in close vicinity to the fish cages (**Fig. 2**).

Every several years, when relatively cold winters are experienced, the vertical mixing in the water column reaches >500 m in depth. Such a deep mixing ventilates the deep water with upper, oxygen-rich waters and entrains substantial nutrients to the upper photic layer, resulting in a strong spring blooms (Genin et al., 1995; Genin, 2008; Lindell and Post, 1995). The bloom causes nutrients to be transferred from the dissolved to the organic pool (phytoplankton). This mixing-driven "reset" of the deep waters can be clearly seen in **Fig. 1** where the deep waters are ventilated (higher DO) and deprived of nutrients (low TON) after the deep mixing winters in 2006-08 (two consecutive cold winters), and 2011-12.

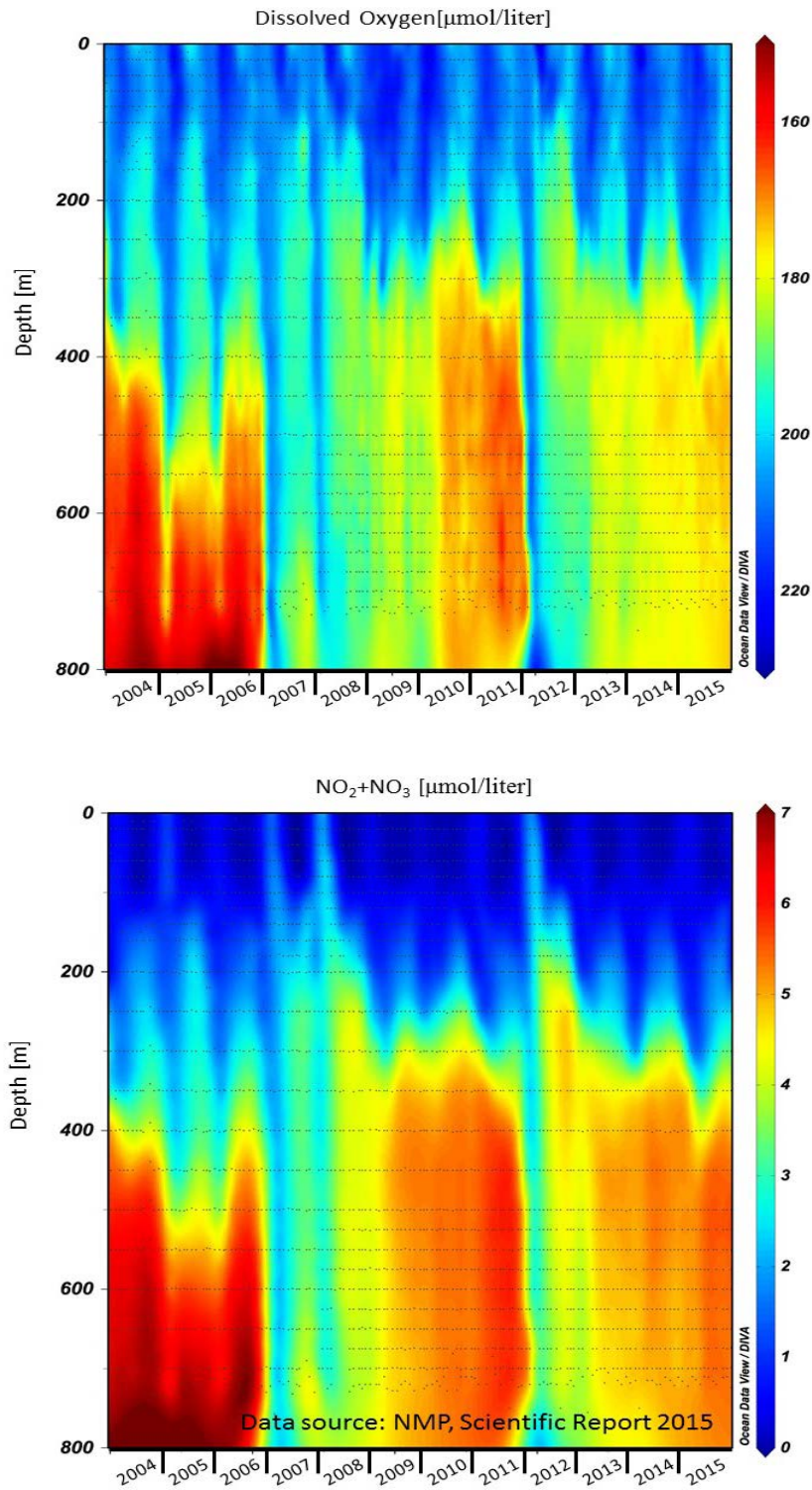
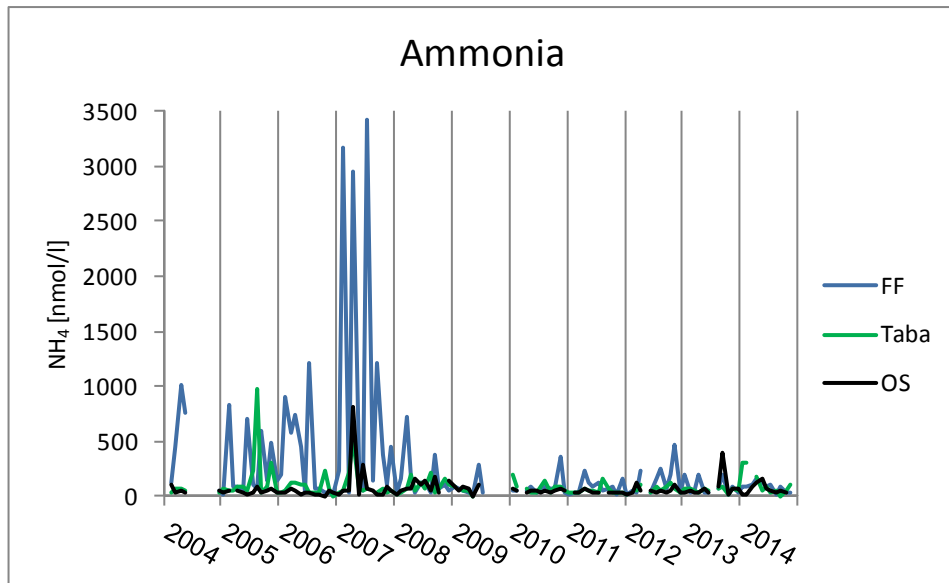


Figure 1. Changes in TON (nitrate + nitrite) and DO (Dissolved Oxygen) in the water column at Station A since the start of the NMP (National Monitoring Program) in 2004. Note the remarkable increase in TON and corresponding decrease in DO in the deep waters during the fish farming period (Source: NMP, Scientific Report, 2015)



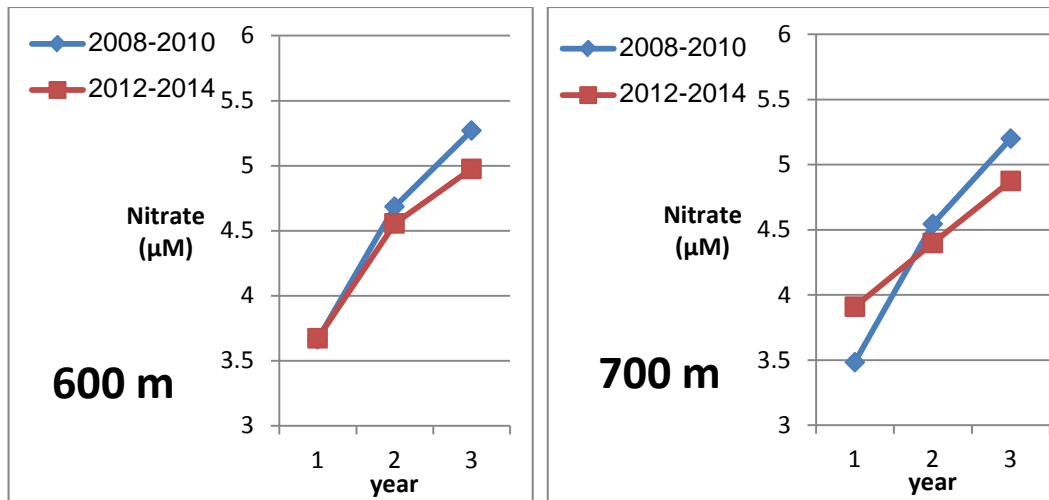


**Figure 2.** Total ammonium concentrations at three regularly monitored stations: FF is the location of aquaculture cages, Taba is at the southern end of the Israeli coast (some 10km away from FF) and OS is a deep water station half way between the two. It is apparent that the monitored period is characterized by two distinct periods: until 2007 and after 2007 (Source: NMP Scientific Reports 2013, 2014, 2015).

The following two observations strongly support the conclusion that the difference in nutrient accumulation and oxygen depletion in the years before and after 2008 was due to the fish cages:

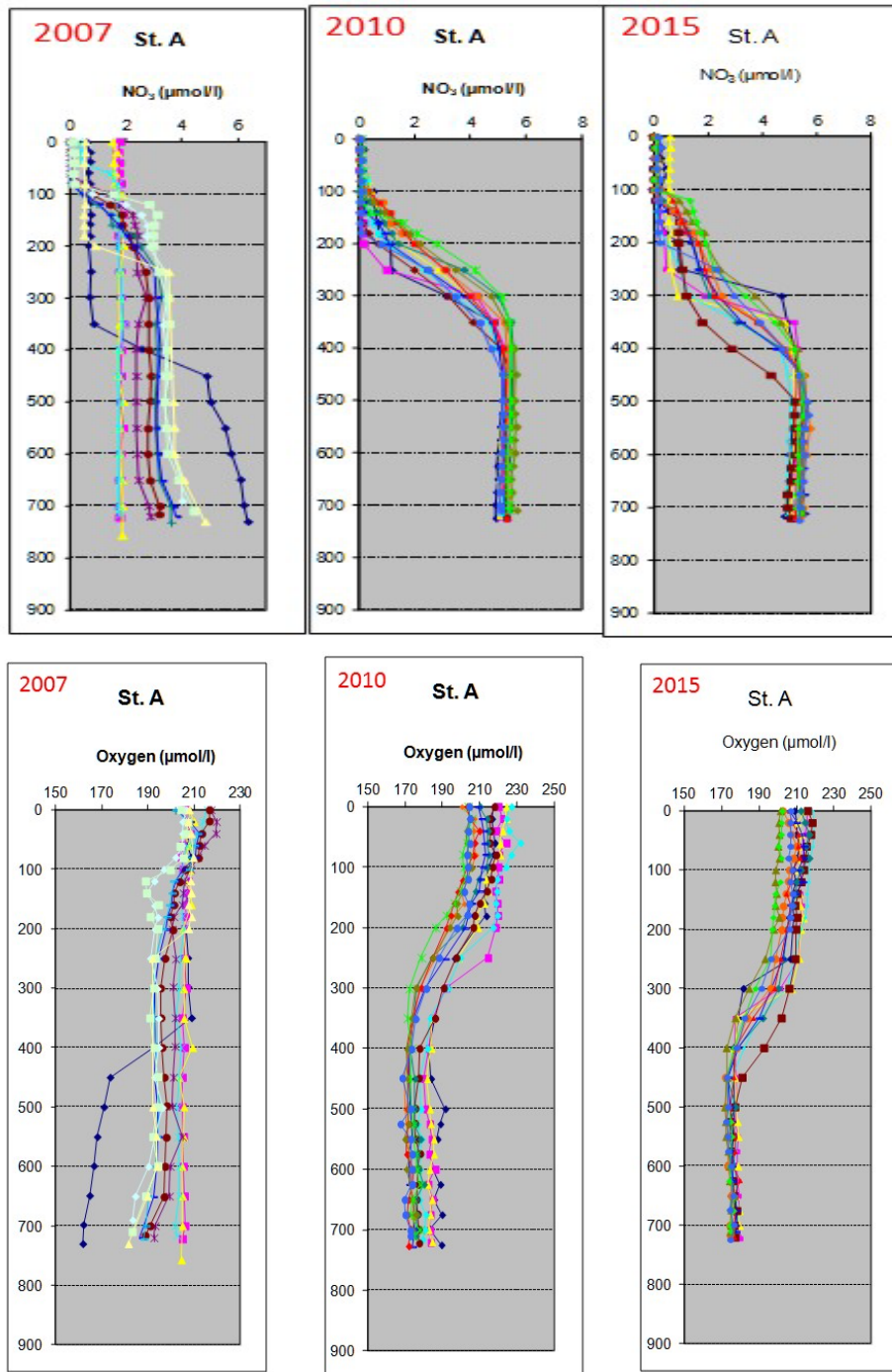
(1) The rates of nutrient accumulation and oxygen depletion in the deep waters after a “reset” in cold winter become slower with the passing of years after the exclusion of the fish cages; that is, those rates were weaker after the 2011-12 reset than after the 2006-08 reset (**Fig. 1**). It could be calculated that nitrogen accumulation in the period during and shortly after removal of the cages (2008-2010) was higher by 23% and 78% for 600 m and 700 m depth, respectively, than in the period 2012-2014 (**Figure 3**).

(2) the clear gradient of increasing TON in the deep waters at depths closer to the bottom, characterizing the nutrient profiles during the fish cages years, gradually disappeared and even reversed after their removal (**Fig. 4**, upper panel). A corresponding gradient of decreasing oxygen also disappeared (**Fig. 4**, lower panel).



**Figure 3.** Average annual nitrate concentrations ( $\mu\text{M}$ ) at two depths (600 and 700 m) at station A recorded for three consecutive years after deep water mixing events in 2008 and 2012. Differences in nitrate increase between the two periods: (1) for 600 m depth:  $(\Delta 2010-2008/\Delta 2014-2012) \times 100\% = 123\%$ ; (2) for 700 m depth:  $(\Delta 2010-2008/\Delta 2014-2012) \times 100\% = 178\%$ . (Source: see Fig. 7).

Those observations, together with observed spatial patterns of key parameters around the fish cages, lend to the following conceptual model on the dynamics of nutrients released by the fish in the cages. As under natural conditions the Gulf of Aqaba is an oligotrophic ecosystem, nutrients are the key limiting factor of phytoplankton growth. Therefore nutrients released by the fish cages were rapidly taken up and assimilated by the “nutrient-starved” phytoplankton, resulting in the observation that the zone of higher nutrients was limited to an area in the order of a few hundred meters around the cages. In turn, “starved zooplankton” rapidly consumed the now rapidly growing phytoplankton, so that the zone of elevated phytoplankton levels was limited to an area in the order of a kilometer around the cages. The trophic chain was likely to continue along the pelagic food web. The key result of such a process is that the dissolved nutrients were rapidly transferred to the “biota” (phytoplankton, zooplankton, fecal pellets of zooplankton, and fish feces). This transformation causes the originally dissolved inorganic nutrients to sink to the bottom in the form of particulate organic carbon (POC), and accumulate on the deep sea floor. A gradual decay of that biogenic matter, mostly by bottom dwelling bacteria, causes remineralization of the nutrients (and corresponding depletion of oxygen) generating the near-bottom gradients observed during the fish farms years (**Fig. 4**). The fact that those gradients gradually disappeared after the removal of the fish cages indicates that the return of the ecosystem to its natural state (removal of the accumulated nutrients) takes years and, perhaps, is still ongoing.



**Figure 4. Vertical profiles of TON (nitrate + nitrite) (upper panels) and DO (Dissolved Oxygen) (lower panels) in 3 representative years during (2007), 3 years after (2010) and 8 years after the fish cages were excluded from sea. Note the gradual disappearance of the near-bottom gradients in both parameters. (Source: NMP, Scientific Report, 2015)**

Silica concentrations provide further indication for the effect of fish farms on phytoplankton enrichment in the Gulf. Due to silica run-off from the surrounding sandy areas, silica levels in the Gulf are relatively high. Nutrient fluxes in the Gulf are often associated with shift in phytoplankton composition with silicate-containing diatoms dominating the community at elevated nutrient inputs. During the period of cage culture, silica levels were significantly reduced in the photic layer of the Gulf as compared to periods before and after deployment of the cages. Based on dynamics of major nutrients in the northern Gulf of Eilat, Lazar estimated that, while nutrient addition by fish farming only amounted to up to 5% of the total nutrient added to the Gulf, their local effect in the northern Gulf was significant and here they drove up to 50% of the primary productivity during periods of stratification (see Appendix # 4, Prof. B. Lazar).

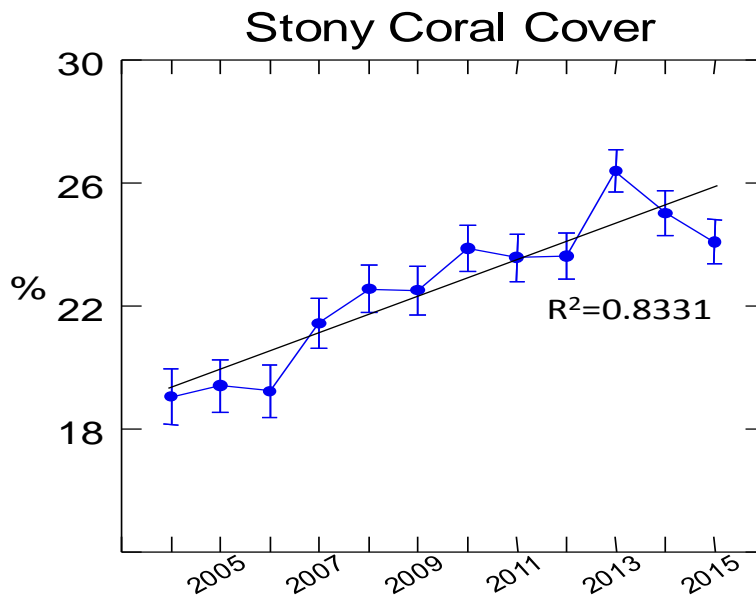
In the framework of NMP activities, live coral cover at eight reef sites along the Israeli coast of the Gulf have been monitored (**Fig. 5**). Live coral cover was found to rise steadily since 2006 with a large increase in live coral cover documented in 2007-8. Although a rise in coral cover of the reef is clearly documented, annual fluctuations and, in particular, the decrease in coral covers in the past two years, attest to the system's fragility.

The NMP also documented a recovery of sea-grass and sandy habitats since the removal of fish cages from the northern end of the Gulf. Although these habitats are intermittently devastated by sediment discharge by flash floods, their recovery following these events in recent years is significantly faster than the recovery recorded in the period immediately following the removal of fish cages.

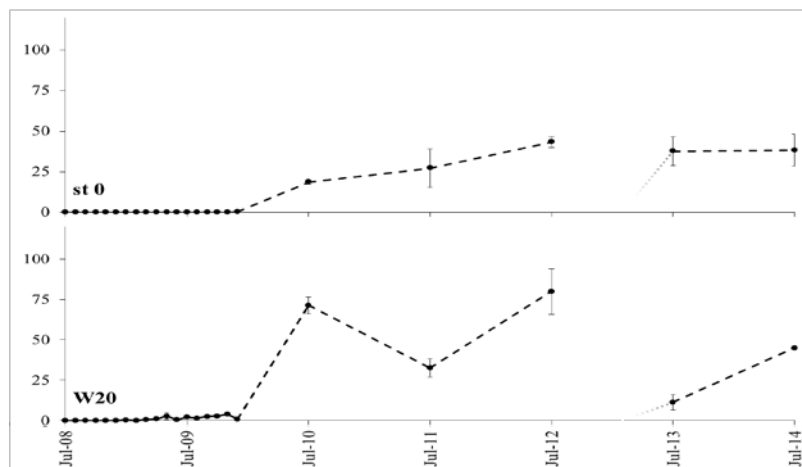
Numbers of foraminifera present in the sediment provide a further indication of the effect of fish cages on the biota in the Gulf (Dr. Oron, NMP Annual Scientific report, 2014). Based on a monitoring program of foraminifera at two sites in close vicinity of the cages, it can be concluded that numbers of these organisms significantly increased after removal of the cages (**Fig. 6**). During the winter of 2012-3, several flashfloods were experienced that completely covered the site away from the fish cages (W20) with terrigenous silts and clays, but within six months a live foraminifera community was reestablished at this site. Additional information on NMP findings are presented in Appendix #4 (Prof. Genin and Dr. Shaked).

Additional risks associated with discharges from fish farms are fish pathogens reaching the Red Sea coastal environment with effluents. Studies carried out in the Gulf of Eilat, and elsewhere, have demonstrated a transfer of fish pathogenic bacteria and parasites between farmed and wild fish. Four agents associated with mortalities of wild fish in the Gulf have been identified, three of which - *Mycobacterium marinum*, *Streptococcus iniae* and *Enteromyxum leei* - have unambiguously been linked with mariculture activities (Diamant et al., 2000,

2004; CIESM, 2007). The appearance of previously unknown fish diseases and infections at various localities in the world oceans is a perceived global trend linked with human activities, including aquaculture, which has been documented repeatedly in recent years (Pitteger et al., 2007; Mikkelsen et al., 2011; Burge et al., 2014). An associated risk of added importance to the coastal environment is the potential discharge of heavy metals (e.g. copper), chemicals (e.g. formalin), therapeutants and antibiotics used in aquaculture management practices; such effluents should be controlled and minimized in any future aquaculture activities.



**Figure 5. Live coral coverage at eight reef sites along the Israeli coast of the northern Gulf of Eilat (Source: NMP, Scientific Report, 2015).**



**Figure 6. Number of foraminifera per gram dry sediment from July 2008 until July 2014 at two stations. St. o: in direct vicinity of the fish cages; St. 20: 20 m west of the fish cages. (Courtesy: Dr. S. Oron, NMP, Scientific Report, 2014)**

## Chapter 4. Conclusions

The Committee members concluded that the generally oligotrophic, northern Gulf of Eilat is a fragile ecosystem characterized by large temporal variations in nutrient concentrations and biological standing crop. It is well accepted that environmental disturbances do not act in isolation of one another. It is expected that global processes such as ocean warming and acidification will act synergistically with local disturbances such as increased nutrient concentration to reduce corals resilience to environmental change. It is therefore imperative to act with caution when introducing new disturbances or increasing the intensity of an existing disturbance. From long-term monitoring efforts of the Gulf of Eilat and the northern Gulf, in particular, it can be concluded that physical, chemical and biological characteristics of the northern Gulf are highly variable. These observed fluctuations make predictions as to expected fluctuations in these parameters extremely difficult. The Committee recommends continuing an intensive monitoring program such as carried out by Israel's National Monitoring Program of the Gulf of Eilat (NMP) as well as initiating modeling efforts on possible effects of nutrient addition on the northern Gulf's ecosystem. The Committee is of the opinion that the examined episode of cage farming (2003-2008), with its significant effect on nutrient and oxygen concentrations in the deep waters, provide important information as to the effect of future discharge of nutrients into the Gulf whether by aquaculture activities or by any other anthropogenic activity. In terms of nitrogen, on average, 300 tonnes of N were yearly added to the northern Gulf of Eilat by the fish farms (**Table 2**), which is about ten times the amount of nitrogen yearly discharged by other anthropogenic sources (**Table 1**). Evidence was provided by Prof. Lazar that during the fish farming episode, nutrient release by this activity might have been responsible for up to 50% of the new primary production in the northern part of the Gulf. In addition, results were presented by Prof. Genin and Dr. Shaked which indicated that coral cover of the reef, as well as other biological parameters indicative for reef recovery, have significantly increased since the time of removal of the fish cages. Furthermore, as Prof. Diamant reported during meetings #2 and #3, there is a trend of decline in recent years in the incidence of wild fish infected with pathogens commonly associated with cultured fish, as experienced during the fish cages' episode (see also Appendix #4, Prof. Genin and Dr. Shaked). The Committee concludes, therefore, that available information points to discernible effects of fish cages on the northern Gulf's ecosystem. The Committee firmly believes that amounts of effluent discharge, like those in the episode of fish farming, exceed limits to be set for effluent discharge in the future.

In an effort to provide guidelines for permissible discharge levels, the Committee looked into the effect of nutrient enrichment by the fish farming activities in the Gulf between 2003 and 2008. The average inorganic nitrogen release was

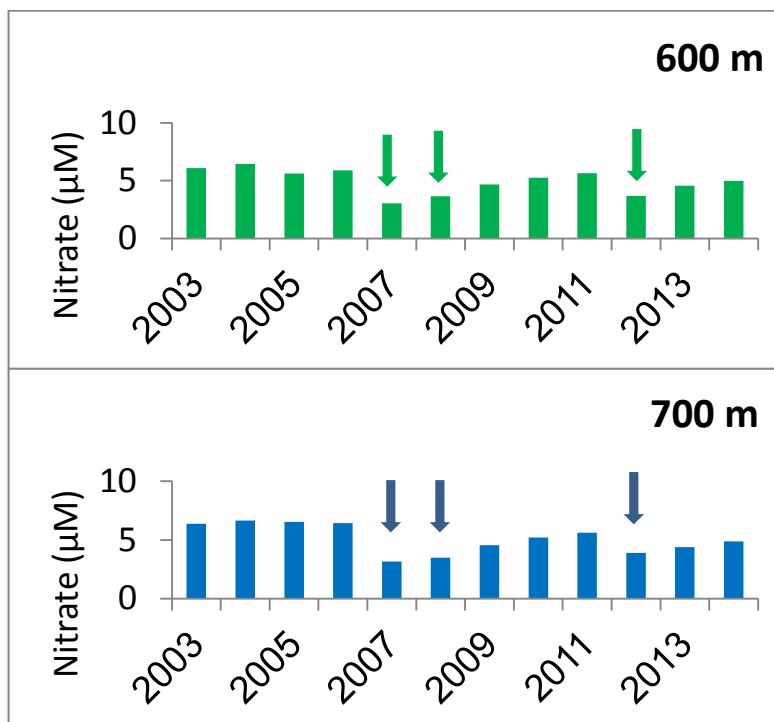
calculated based on fish production levels in the fish cages during the years 2003-2008 (**Table 2**) and compared with ambient nitrate concentrations in the deep water (600 and 700 m) at station A in the northern part of the Gulf during and after operation of the fish farms (**Fig. 7**). As mentioned before, deep water nitrate concentrations were chosen for this purpose since nitrogen, assimilated by phytoplankton in the photic zone, is released as a result of phytoplankton decomposition in these deeper, aphotic zones. In the deep water, nitrogen mainly accumulates as nitrate. Consequently, nitrate levels in deep water are affected by nitrogen influx from the upper water layers of the Gulf.

Yearly averages and SD of recorded TON concentrations at both depths were calculated for the period in which fish cages were employed and the post farming period. During the period of fish farming, TON concentrations were higher than during the post fish farming period by 0.78  $\mu\text{M}$  at 600m and by 1.26  $\mu\text{M}$  at 700 m (**Table 3**). These differences were equivalent to 107% and 171% (or 137% on average) of the natural inter-annual SD in the nitrate concentration after the fish cages were removed for 600 m and 700 m depth, respectively (**Table 3**). Since, the difference in anthropogenic nitrogen input between the two periods was mainly due to fish farming, it follows that the observed increase in TON in the deeper water layers was caused by an average annual nitrogen release by the fish farms of 300 tonnes N (**see Table 2**). This amount of nitrogen equals 137% of the natural SD.

The Committee consisting of experts with strong and long experience in biology and ecology of natural ecosystems, considered that an anthropogenic addition of a natural commodity (in this case nutrients) amounting to 10% of the long-term standard deviation (SD) found under natural, non disturbed conditions, should pose no major threat to the basic ecosystem functioning. The committee chose the annual average concentration of TON in the deep waters (600-700 m) as the best proxy to assess that SD and considered the post-fish farms years as representing the natural inter-annual variation in that proxy. Since N addition due to fish farming amounted to 137% of the natural SD (see above) it follows that 10% of the natural SD equals **22 tonnes of TON per year** ( $=10/137 \times 300$  tonnes). Inter-annual variations in anthropogenic discharges listed in **Table 1** were insignificant during 2003-2014 (Dr. I. Malester, personal communication). Note that the addition of a fixed amount per year of that commodity during the post-farming years (in this case the discharges listed in **Table 1**) should only change the average concentration, not the SD. That is, mathematically, the calculation of standard deviation would yield exactly the same number if an addition (or subtraction) of a fixed value occurs every year. Also note that if the allowed anthropogenic discharges listed in **Table 1** varied between years, our estimate of the “natural” SD would be biased toward a higher value. In such case, the amount of discharge the committee recommends for future fish farming on

land (10% of the natural SD) should be lower than the one recommended. The following, numerical, example illustrates this latter point:

If the value we calculated for "natural SD" (0.74  $\mu\text{M NO}_3$ ) is biased (overestimated) because inter-annual variation in the anthropogenic discharges contributed, say, 0.2  $\mu\text{M}$  to that SD, then the true value of the "natural" SD is  $0.74 - 0.2 = 0.54 \mu\text{M}$ . Hence, our recommendation would be to allow lower discharge, because 10% of  $\text{SD} = 0.54$  (16 tonnes N/y) is obviously less than our present recommendation of 10% of  $\text{SD} = 0.74$  (22 tonnes N/y). In other words, if the true natural value is 0.54  $\mu\text{M}$ , the effect of the past fish cages (average concentration increase of 1.01  $\mu\text{M}$  in the deep waters) would be 187% of the natural SD (instead of 137%).



**Figure 7. Deep water nitrate concentrations at station A at two water depths during 2003-2014. Arrows indicate years of deep mixing events (courtesy: Dr. Y. Shaked, National Monitoring Program)**



**Table 3. Average annual nitrate concentrations ( $\mu\text{M}$ ) at two depths (600 and 700 m) at station A during the fish farming period (2003-2008) and during the post fish farming period (2008-2014). The differences in nitrate concentrations are expressed as percentage of the standard deviation of the post farming period.**

<b>During fish farms' employment (2003-2007)</b>	<b>Depth</b>	
	<i>600 m</i>	<i>700 m</i>
Average ( $\mu\text{M NO}_3$ )	5.419346	5.832378
Standard deviation	1.362862	1.493882

<b>After fish farms' removal (2008-2014)</b>	<b>Depth</b>	
	<i>600 m</i>	<i>700 m</i>
Average ( $\mu\text{M NO}_3$ )	4.640946	4.575679
Standard deviation	0.756691	0.733642

<b>Difference between two periods</b>	0.7784	1.256699
<b>Percent of post-fish standard deviation</b>	103%	171%

The Committee provided permissible discharge levels for total nitrogen and did not provide guidelines for other pollutants resulting from aquaculture activity such as other nutrients, organic matter and alien factors (e.g., heavy metals, antibiotics). Two reasons are behind the decision of the Committee to focus on nitrogen:

1. Nitrogen is the main nutrient limiting phytoplankton growth in the Gulf of Eilat (Al-Qutob *et al.*, 2002; Badran *et al.*, 2005) and, therefore, exerts a strong impact on primary productivity and, hence, on the food chain in the Gulf. For this reason and based on the assumption that the composition of discharge water is such that the ratio between nitrogen and other elements is within the range normally found in surface and ground waters as well as in effluents originating from biological activities (true for all known point pollution sources in Eilat), nitrogen was chosen as a proxy for which discharge limits were recommended.
2. The Committee assumes that future aquaculture activities in the Eilat region, if initiated, will be land-based and will not be conducted in sea cages. Since present technology used in these land-based systems enables an efficient removal of particulate matter and other contaminants but, generally, does not provide proofed solutions for total nutrient removal, it is expected that inorganic nutrients, including nitrogen, will be the components that will be discharged from such facilities.

## Chapter 5. Recommendations

1. The total annual discharge of nitrogen into the northern Gulf of Eilat from all Israeli anthropogenic sources, including future aquaculture activities, should not exceed 22 tonnes.
2. As the total nitrogen discharge at present (29.87 tonnes/y; **Table 1**) exceeds the above limit (22 tonnes N/y), the condition for any additional discharge should be a corresponding lowering of the N discharge from the present sources so that the total would not exceed 22 tonnes N/yr. That is, for future fish farming to release 20 tonnes of N annually, the present sources should be lowered from 29.87 to 2 tonnes/y. Note that this recommendation refers to total nitrogen (dissolved and particulate nitrogen) and not only to nitrate.
3. A total ban should be imposed on other pollutants such as pathogens, invasive biological agents, chemical agents, heavy metals, and therapeutants (e.g. antibiotics). No discharge of any of those commodities/constituents should be allowed.
4. If fish farming is allowed under the above conditions, permission should be granted for 5 years. During this period an intensive monitoring program should be conducted in order to examine the effect of aquaculture discharge on the northern Gulf's ecosystem. Extension of fish farming activities beyond 5 years should be subject to renewed permission.
5. The Committee recommends on a continuation of Israel's National Monitoring Program of the Gulf of Eilat (NMP) and encourages further modeling studies aimed at predicting the effect of nutrient loading on physical, chemical and biological parameters in the Gulf of Eilat.
6. Any other point-sources of pollution into the Gulf should be intensively and thoroughly monitored as even relatively small increases in nutrient loading might have devastating effects on the fragile northern Gulf's ecosystem. Among these sources, discharged cooling water from the Meridian Hotel contributes significantly to the total nitrogen discharge into the northern Gulf (nearly 9 tonnes in 2014). Here, alternative means for air conditioning should be pursued.

## References

- Al-Qutob, M., Hase, C., Tilzer, M., Lazar, B. 2002. Phytoplankton drives nitrite dynamics in the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Marine Ecology Progress Series* 239: 233–239.
- Badran, M.I., Rasheed, M., Manasrah, R., Al-Najjar, T. 2005. Nutrient flux fuels the summer primary productivity in the oligotrophic waters of the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Oceanologia* 47: 47–60.
- Burge, C.A., Eakin, C.M., Friedman, C.F. and 9 additional authors. 2014. Climate Change Influences on Marine Infectious Diseases: Implications for Management and Society. *Annual Review of Marine Science* 6: 249-277.  
DOI: 10.1146/annurev-marine-010213-135029
- CIESM, 2007. Parasite and disease transfer between cultured and wild coastal marine fish. *In: Impact of Mariculture on coastal ecosystems*. CIESM Workshop Monographs no. 32. Monaco. [www.ciesm.org/online/monographs/lisboa07.pdf](http://www.ciesm.org/online/monographs/lisboa07.pdf); pp. 49-54.
- Diamant, A., Banet, A., Ucko, M., Colorni, A., Knibb, W. and Kvitt, H. 2000. Mycobacteriosis in wild rabbitfish *Siganus rivulatus* associated with cage farming in the Gulf of Eilat, Red Sea. *Diseases of Aquatic Organisms* 39(3):211-219
- Diamant, A., Colorni A. Ucko, M. 2004. Monitoring program of mortality and disease in wild fish populations in the Gulf of Eilat, northern Red Sea. International Expert Team (IET), Project No. 22, 56pp.
- Genin, A. 2008. The physical settings of the Gulf of Aqaba: an explanation for a unique occurrence of tropical communities in the subtropics. *In: Aqaba-Eilat, the Improbable Gulf - Environment, Biodiversity and Preservation*. F.D. Por (Ed.), The Hebrew University Magnum Press, Jerusalem; 2008; pp. 15- 20
- Genin, A., Lazar, B., Brenner, S. 1995. Atmospheric cooling, unusual mixing and coral mortality following the eruption of Mt. Pinatubo. *Nature* 377: 507-510.
- Lindell, D. and Post, A.F. 1995. Ultraphytoplankton succession is triggered by deep winter mixing in the Gulf of Aqaba (Eilat), Red Sea. *Limnol. Oceanogr.*, 40(6): 1130-1141
- Lupatsch, I. and Kissil, G. Wm. 1998. Predicting aquaculture waste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using a nutritional approach. *Aquatic Living Resources* 11(4): 265-268.

Mikkelsen, H., Bjørn, P.A., Jansen, P.A., Bergh, Ø. 2011 Disease interactions and pathogens exchange between wild and farmed fish populations with special reference to Norway. *Aquaculture* 315: 167-186.

NMP (The Israel National Monitoring Program at the Gulf of Eilat) Annual Scientific Reports. <http://www.iui-eilat.ac.il/Research/NMPReports.aspx>

Pitteger, R., Anderson, B., Benetti, D. and 6 additional authors. 2007. Sustainable Marine Aquaculture: fulfilling the promise; managing the risks. Report Marine Aquaculture Task Force - NOAA. <http://ncleg.net/Library/studies/2007/st11669.pdf>.

**APPENDIX 1.**  
**LETTER OF APPOINTMENT**

ירושלים, 2.9.2015

לכבוד  
פרופ' יאפ ואן ריין, האוניברסיטה העברית – יו"ר הועדה  
ד"ר יוני שקד, האוניברסיטה העברית  
פרופ' בועז לזר, האוניברסיטה העברית  
פרופ' חזי גילדור, האוניברסיטה העברית  
פרופ' אריק דיאמנט, אוניברסיטת ת"א  
פרופ' אמציה גנין, המעבדה הימית באילת  
פרופ' אילנה ברמן, אוניברסיטת בר אילן  
ד"ר דני צרנוב, אוניברסיטת חיפה  
ד"ר אורן לוי, אוניברסיטת תל אביב  
פרופ' מעוז פיין, אוניברסיטת בר אילן  
פרופ' יואב גוטהילף, אוניברסיטת תל אביב  
שלום רב,

**הנדון: ועדה מדעית לבחינת ערכי סף להזרמת מי פלט מחוות דגים למפרץ אילת**

הנני מתכבדת למנותכם כחברים בוועדה מדעית לבחינת ערכי סף להזרמת מי פלט מחוות דגים למפרץ אילת. יו"ר הועדה הוא פרופ' יאפ ואן דר.

בעקבות החלטת ממשלה 4848 מיום 1.7.2012 בנושא "פיתוח כלכלי בר קיימא של תחום הביולוגיה והחקלאות הימית באילת", נבדקים היבטים שונים של הקמת חוות דגים ביבשה באילת תוך שימוש במי ים.

בשל הרגישות האקולוגית הגבוהה של מפרץ אילת, מבקש המשרד להגנת הסביבה לבחון, באמצעות ועדה מדעית, את ההשלכות של פעולות אלו ובאופן ספציפי את התנאים הסביבתיים במפרץ אילת בהם תתאפשר הזרמת מי פלט מחוות דגים שיוקמו ביבשה למפרץ.

לפיכך, נבקש כי הועדה תבחן ותמליץ למשרד בעניין ערכי הסף להזרמת מי פלט מחוות דגים יבשתיות למפרץ אילת. הועדה תכלול בעבודתה התייחסות למגוון השיקולים הסביבתיים של ההזרמה לים, וביניהם כמות ואיכות המים המוזרמים, מיקום ההזרמה, אמצעי הזרמה וכן כל התייחסות מדעית נוספת אשר הועדה תמצא לנכון שהינה רלוונטית על מנת לגבש המלצה לערכי סף להזרמת מי פלט מחוות דגים למפרץ אילת.

לצוות מונו נציגים משקיפים מהמשרד להגנת הסביבה, משרד הכלכלה ומשרד החקלאות אשר יציגו בפני הועדה את התכניות הממשלתיות המתגבשות בנושא והתייחסות המשרדים לעניין עד כה.

הצוות יגיש את טיוטת הדו"ח תוך 5 חודשים מיום המינוי, דו"ח סופי יוגש חודשיים לאחר מכן.

אני מאחלת לכם עבודה פורייה ומוצלחת.

בברכה,

ד"ר סיני נתניהו  
המדענית הראשית

העתקים: מר ישראל דנציגר, מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה  
מר ינון אלרואי, משנה למנכ"ל משרד הכלכלה  
מר יצחק בן דוד, סמנכ"ל אשכול אכיפה והסברה  
מר רני עמיר, מנהל היחידה הארצית להגנה על הסביבה הימית  
ד"ר דרור צוראל, היחידה הארצית להגנה על הסביבה הימית, הגנ"ס  
מר נועם מוזס, משרד החקלאות  
ד"ר דוד אסף, משרד הכלכלה

## **APPENDIX 2.**

### **PROTOCOLS**

**Protocol #1 (2/11/2015)**

**ועדה לקביעת ערכי סף להזרמה לים מחקלאות ימית באילת**

**רשם: דרור צוראל**

**נכחו: ד"ר דרור צוראל**

פרופ' אורן לוי, אונ' בר אילן

פרופ' אילנה ברמן-פרנק, אונ' בר אילן

פרופ' אריק דיאמנט, מלח"י אילת

פרופ' יואב גוטהילף, אונ' תל אביב

פרופ' אמציה גנין, האונ' העברית והמכון הבין אוניברסיטאי אילת, הניטור הלאומי אילת

ד"ר דני צ'רנוב, אונ' חיפה

פרופ' חזי גילדור, האונ' העברית

פרופ' בועז לזר, אונ' העברית

פרופ' יאפן ריין, האונ' העברית

ד"ר סיניה נתניהו, רני עמיר, ד"ר אילן מלסטר, ד"ר דרור צוראל, המשרד להגנת הסביבה

נועם מוזס, משרד החקלאות

עדי לוי, עמית ממשק במשרד החקלאות

ד"ר דוד אסף, משרד הכלכלה

**התנצלו:**

ד"ר יוני שקד, והמכון הבין אוניברסיטאי אילת

פרופ' מעוז פיין, אוניברסיטה בר אילן

מהלך הישיבה:

**סיניה** הציגה את הרקע לועדה שתפקידה לתת פלטפורמה מדעית לקבלת החלטות בנושא הזרמה לים מחקלאות ימית באילת. ניתנו לועדה 5 חודשים לדיונים ועוד חודשיים לדו"ח סופי. בהחלטת הממשלה נכתב גם שאם יש מידע חסר הועדה תוכל להמליץ על מחקרים נוספים ופרמטרים לניטור הדרושים על מנת לקבל את המידע הדרוש לקבלת החלטות בנושא.



**רני עמיר** הציג את החוק למניעת הזרמה לים והדגיש בפני הועדה את סעיף 2 בחוק, לפיו אין לאפשר הזרמה לים במקרים בהם יש פתרון יבשתי.

**דוד אסף** הציג את עמדת משרד הכלכלה. הוא הציג את עברה הכלכלי והפיתוח של העיר אילת והצביע על הסוגיות הכלכליות הבעייתיות של העיר, דוגמת ההגירה מהעיר (50% מהאוכלוסייה אינה קבועה מעבר ל-5 שנים), היעדר אפשרויות עבודה מעבר לתיירות, משכורות נמוכות. הובלה יקרה מעכבת פיתוח של תעשייה כבדה. הוא הציג את הפוטנציאל הגלום בהון האנושי של המפרץ הכולל מכוני מחקר ואוניברסיטה. משרד הכלכלה סימו את הביוטכנולוגיה והחקלאות הימית כתחום בעל פוטנציאל לגדילה והצלחה בתנאים הקיימים בעיר אילת, זאת בשל ההון האנושי, היתרונות הגיאוגרפיים (קרקעות זמינות וזולות), מבנה המפרץ המקל על מחקר, מזג האוויר הנוח והיציב. הוא הציג את החזון של המשרד לעיר אילת כמרכז לאומי ובין לאומי לביוטכנולוגיה ימית.

**חזי גילדור** שאל אם יש מידע לגבי פיתוח שנעשה ושמתוכנן בעקבה. דוד אמר שהם עובדים על יצירת קשר עם הצד הירדני לקבלת מידע ושיתוף פעולה במפרץ.

**אריק דיאמנט:** תהא הסיבה שלא התפתחה תעשייה כבדה באילת אשר תהא: הדבר האחרון שעיר תיירות מס. 1 של ישראל, וגם המפרץ השברירי שלחופיה זקוקים לו, הוא תעשייה כבדה ומזהמת.

**אמציה:** מה התרומה של כלובי הדגים בעמקים (לדוגמא בית שאן) לכלכלה של איזורים אלה? האם לא עדיף להשקיע בתחומים של יזמות מתוחכמת, דוגמת ההי-טק, ופחות בתחומי חקלאות בסיסית.

על כך ענה דוד שמשרד הכלכלה מנסה לעודד גם יצירת מקומות עבודה, ותחומים "מתוחכמים" לא תמיד מייצרים זאת, אלא מרכזים את ההון אצל קבוצה קטנה של יזמים.

**נועם מוזס** טען שהבריכות דגים בעמקים מהווים הכנסה משמעותית לאיזור.

**אריק דיאמנט:** מעבר לפיתוח הירדני והמצרי, צריך לדעת גם מה הסעודים מתכננים. יש ידיעות על תכנון של חקלאות ימית בהיקף רחב באיזור ג'דה בסעודיה.

**נועם מוזס** הציג את מצב החקלאות הימית בישראל מבחינת תרומה לצריכה ולכלכלה המקומית. הוא הציג את המגבלות של החקלאות הימית ביבשה, לרבות מגבלת מים וקרקעות זמינות. הוא הציג את כוונת משרד החקלאות להקים פארק ביוטכנולוגיה וחקלאות ימית באיזור אילת. הוא עידכן שבימים הקרובים יבחר הצוות שיבצע סקר ייתכנות לפארק זה.

**דני צ'רנוב** העיר שהצוות של סקר הייתכנות אינו כולל אקולוג ימי.

נועם הדגיש שוב את בעיית התחרות על קרקעות ונתן דוגמא לקרקע שבעבר יועדה לחקלאות ימית ונתפסה לשימוש אחר. הוא הציג את החממה היעודית שמשרדו מקים עם משרד הכלכלה לנושא זה.

**אילנה:** מה הכוונה ב"פארק ירוק"? האם יש קריטריונים לכך?

**נועם:** הפרוגרמה תכלול מרכיב של הפחתת נוטריינטים בשפכים. הכוונה לשפר את התדמית שנוצרה לחקלאות הימית בתקופת הכלובים באילת.

**חברי הצוות** ביקשו לראות את נתוני הפיילוט שנעשה באילת.

**יואב גוטהילף:** האם חייבים לגדל דגים או שיש תחומים אחרים של חקלאות ימית שפחות מזהמים, כמו גידול אצות?

על כך ענה נועם מוזס שגידול דגים מהווה מוצר בסיסי החשוב בכדי לשמר כפלטפורמה כלכלית לפיתוח בתחום. הוא ציין שגם היוזמות האחרות הקיימות, דוגמת גידול האצות, יצאו מאנשי חקלאות ימית של דגים ומהווים spinoff של תחום גידול הדגים.

**דרור צוראל** הציג את עמדת היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית. הוא ציין מחקרים חדשים לפיהם שונות האלמוגים באילת צפויה לשרוד לאחר ששונות במקומות קרים יותר לא ישרדו עקב התחממות הים, זאת בשל הרכב מינים שעברו אדפטציה לתנאי חום קיצוניים. קיים סיכוי שבעתיד הרחוק ישראל תהיה בעלת שונות האלמוגים הרדודה האחרונה שתישאר, על כל מה ששמתמע מכך מבחינה כלכלית ומבחינת אחריות. הוא הציג גם מחקרים שנעשו לאחרונה המראים את חשיבות האקולוגית של צפון המפרץ, האיזור אליו ישנה כוונה להזרים את השפכים עליהן דנה הועדה. דרור הציג את הלחצים הנוספים הפועלים במפרץ על השונות, לדוגמה לחצי צלילה, זיהומי נפט ופסולת. הוא ציין את הדו"ח של ד"ר אריאל קושמרו מאונ' בן גוריון מ-2010 שמצא מזהמים במי התהום בסביבת השונות. הדו"ח הוגש לרשות הטבע והגנים. הוא הציג את מערך הניטור המקומי הנדרש ממזרמים בים התיכון על מנת לבחון את מדיניות ההזרמה לים, אך הדגיש כי שיטה זו אינה מתאימה למפרץ חיפה, שכן השפעות שליליות מתגלות בה רק בדיעבד ולאחר זמן רב. הוא הזכיר כי ישנה תוכנית של חברת מקורות להקים צינור תת ימי אליו יוזרמו השפכים שכיום מוזרמים לקינט וציין שאינו יודע מה מצב התוכנית והאם עדיין ישנה כוונה לקדמה. דרור הציג רשימה של מידע חסר החיוני לניהול הסביבתי של המפרץ, כולל מקורות זיהום שאינם בהיתר דוגמת מזהמים בפן הביני הזרמים לים. דרור ציין שיתכן והניטור הלאומי באילת יכול לספק מידע שיסייע לוועדה, אך הדגיש כי הניטור לא תוכנן כך שיענה ספציפית על שאלת תנאי הסף להזרמה ולכן לא בטוח שכל המידע הדרוש להחלטה זו קיים בניטור.

**אילן מליסטר** הציג את עיקרי החוק למניעת הזרמה לים ואת הועדה הבין משרדית למתן היתרי הזרמה לים. הוא הציג את ההזרמות הקיימות באילת ואת מאזן הנוטריינטים המוזרמים בהיתר. הוא הציג את הפיילוט שנעשה באילת. הוא הציג את תוצאות של הפחתת הנוטריינטים בפיילוט. חברת ערד טענה שערכים אלה שהתקבלו בפיילוט לא ישימים במערכת בהיקף מסחרי עם נפח מים גדול.

**חזי גילדור** העיר כי חוסר המידע לגבי מה שהירדנים עושים מאוד בעייתי, כי יכול להיות שישראל מגבילה את עצמה כשלמעשה מה שהיא עלולה להזרים יהיה מעט יחסית למה שירדן מזרימה.

**רני עמיר** לא הסכים ואמר שבכל מקרה ישראל אחראית לשטח שלה בלי קשר למה שהשכנים עושים.

**אמציה** הדגיש שהצד הירדני גם מעוניין לשמור על השונות שלו ולכן לא איפשר לערדג ודגסוף להעביר את הכלובים לעקבה אחרי שהוצאו מאילת.

**יאפ** טען שאין צורך להביא מומחים לטיפול במים. על הועדה לבחון מה יכולת הנשיאה של המפרץ ומה אפשר להזרים, אחר כך יבדקו אם יש טכנולוגיה שמאפשרת הזרמה שתתאים למפרץ.

הועלה הצורך בהרצאה על משטר הזרמים במפרץ וכושר הים לפזר את הנוטריינטים.

עלתה בקשה להזמין את פרופ' ברק חרות לקבל פרספקטיבה על תוכניות ניטור בים.

במפגש הבא: הרצאות של **אמציה גנין**, **ברק חרות**, **סטיב ברנר** (על הצינור של מקורות) ו**בועז לזר**

הוחלט על פגישה אחת לחודש.

## Protocol #2 (22/12/2015)

### ועדה מעדית לבחינת ערכי סך להזרמת מי פלט מחוות דגים למפרץ אילת

#### ( ישיבה #2, 22.12.2015, ת"א )

**נוכחים:** יאפ, אני (דרור צוראל), נועם מוזס, דוד אסף, יונתן שקד, אמציה גנין, יואב גוטליב, חזי גילדור, אריק דיאמנט, אילנה ברמן פרנק, אורן לוי, בעז לזר, מעוז פיין.

**חסרים:** דני צ'רנוב ואילן מליסטר

**יאפ:** מבוא קצר. 2004 דו"ח הועדה של אטקינסון ואחרים על כלובי הדגים. מסכם את המסקנות הכלובים (2000 ל-3000 טון שנה) התרומה של הנוטריינטים הם 1 אחוז עד 5 אחוז ממה שנכנס למפרץ, אך עלולים להשפיע. המלצות הדו"ח ניטור המפרץ, בעיקר של רמות נוטריינטים אבל גם של מצב השוניות. המליצה הפחתה הדרגתית תוך 7 שנים ל-20% מהייצור ואז להחליט מה הלאה. המלצה זו לא יצאה לפועל כי ב-2008 הכלובים יצאו.

ביקש מבעז, חזי ואמציה להתייחס גם לממצאים חדשים, כלומר אלא שהושגו אחרי הוצאת הכלובים.

#### **בעז לזר:**

מי עומק עשירים בנוטריינטים מהאוקיאנוס ההודי לא נכנסים לים סוף בשל הספים הרדודים של בב-אל-מנדב וטיראן. מעט הנוטריינטים שכן נכנסים נצרכים ברובם לפני שהמים מגיעים למפרץ אילת. מי העומק של מפרץ אילת מהווים את המאגר הגדול ביותר של נוטריינטים (כ 2.5 מול למ<sup>2</sup> בשיא השיכוב). בעז הציג את ממצאי תחנת הדיגום A בצפון המפרץ בה מודגמים ארועי השיכוב/ערבוב של מי המפרץ והתפתחות התרמוקלינה. עומק הערבוב המכסימלי משתנה בין השנים, כשערבוב עמוק מתרחש כל 6-7 שנים, לפעמים שנה אחרי שנה. ערבוב עמוק רלוונטי לנושא עומס הנוטריינטים מפני שאז האור מגביל את גידול אוכלוסיית הפיטופלנקטון וריכוז הנוטריינטים באזור הפוטי עולה לרמה שמביאה לפריחה מסיבית של אצות בנטוניות המשפיעה על "בריאות" השונית.

בעז הציג את מגמות השינוי בריכוזי הנוטריינטים במי העומק לאורך השנים תוך מתן דגש על התקופה בה כלובי הדגים שהו במי המפרץ.

הנתונים מראים שבחוות הדגים של אילת הניצולת המכסימלית של המזון הייתה כ-20% מהחנקן (זרחן פחות), כלומר יעילות גידול הדגים ביחס לכמות הנוטריינטים במזון נמוכה מאוד.

השפעת הכלובים, לפי הממצאים שהוצגו, מתבטאת בעליה בריכוז הנוטריינטים במי העומק בצפון המפרץ יחסית לדרום. עד הערבוב העמוק של שנת 2000 קצב צריכת החמצן במי העומק (מדד לפירוק של חומר אורגני ועודף יצרנות ראשונית במים הרדודים) היה כ-1/3 מזה שהיה בשנים 2000 ל-2005. לאחר הוצאת הכלובים (שהוצאו בהדרגה) ניתן לראות כי הקצב מאט וחוזר למה שנמדד בתקופה שלפני הכנסת הכלובים.

בשל מבנה המפרץ, המוקף שטח מדברי, ריכוזי הסיליקה במים גבוהים. בשל כך לאצות צורניות (דיאטומאות) יש ייתרון בצריכת נוטריינטים כך שההשפעה הראשונית של אוטורופיקציה במפרץ היא פריחת צורניות והובחן population shift של הפיטופלנקטון לצורניות. אלה שוקעות ומתפרקות בגוף המים, כך שלמעשה משמשות כלי המגדיל את מאגר הנוטריינטים במי העומק בטווח הקרוב לכלובי הדגים שהם מי העומק של צפון מפרץ אילת.. לכן בעוד ריכוזי הנוטריינטים הנמדדים בים סביב מוצא ההזרמה יורדים באופן דרסטי במרחק קצר מהמוצא, הרי שהנוטריינטים עצמם לא נעלמים אלא מופצים כאצות צורניות. בשנות פעילות החקלאות הימית בכלובים הייתה ירידה מהירה יחסית

במאגר הסיליקה, מה שמעיד על אאוטרופיקציה. בעשר השנים שלאחר הוצאת הכלובים קצב הירידה איטי יותר כמו בתקופה של לפני הכנסת הכלובים.

הבהרה: מתייחסים לשנות ה-70 כמייצגות מצב "טבעי" שכן בתקופה זו לא היו הזרמות של ביוב לים, מה שאיפיון את המפרץ בשנות ה-80.

בעז מסיק מהממצאים שבתקופת הכלובים היה אירוע אאוטרופיקציה בו מאזן הנוטריינטים עבר את את carrying capacity של המפרץ. הוא אינו ממליץ לחזור למצב זה שנית ומציע ששימוש במים מהמפרץ לחקלאות ימית יותנה בכך שלא ישתנה עומס הנוטריאנטים במים החוזרים למפרץ.

מאזני המסה מעידים לדבריו על אפשרות כי ההשפעה שנמדדה מקורה בכלובים, בשל מיקומם בקצה הצפוני של המפרץ. אמנם כמות הנוטריינטים מהכלובים מהווה פחות מ-5% ממה שנכנס דרך מיצרי טיראן, אך זו הייתה כניסה ישירה של נוטריאנטים זמינים לאזור הפוטי של צפון המפרץ ולכידתם המידית ע"י אוכלוסיית הפיטופלנקטון שהביאה להעלאת האוגר שלהם באזור זה. בעז העריך שנוטריאנטים עודפים אלו היוו כ-50% מהפרודוקטיביות ה"חדשה" (New Production) בתקופת השיכוב.

### **חזי גילדור: זרימה באילת.**

**חזי** הציג את הגורמים משפיעים על הזרמים במפרץ, על תחלופת המים בעונות השונות ונתוני ערבוב ושיכוב.

**חזי** הציג את תוצאות מחקרו בו השתמש במערכת רדאר למדידת זרמי שטח לפיהם חישב קצבי פיזור. ניתוח אירוע שיטפון מראה שזיהום באתר הכלובים נשאר שם 36 שעות לפחות ולא מתפזר, כך שמה שיזרם לים בצפון המפרץ לא בהכרח יתפזר היטב בים. הוער כי יש הבדל בין עומקים שונים מבחינת יכולת הפיזור. יכול להיות שבעומק גדול יותר הפיזור רב יותר.

הוער כי מערכת המכ"מ מחשבת זרמים במרחק של למעלה מ-300 מ' מהחוף. היות ומוצא הקינט, עליו מדובר בהקשר של הזרמת שפכים לים, נמצא על קו החוף יש צורך לבדוק מה הזרמים המאפיינים את קו החוף בסמוך למוצא.

### **אמציה גנין: מציג את הסכנה מאאוטרופיקציה לשוניות.**

כל פעם שיש ערבוב עמוק יש reset של כמות הנוטריינטים בים העמוק. אמציה חוזר על ממצאיו של בעז לגבי ההשפעה של הכלובים שנמדדה בקצב השינוי בריכוזי הנוטריינטים בים העמוק.

**אמציה** הציג גרף המראה כי קיימת קורלציה הפוכה בין כמות הדגים שגודלו בכלובים לבין שפעת האלמוגים בשוניות. אמנם אין הוכחה לכך שקורלציה זו נובעת מקשר ישיר אבל גם אין הוכחה שאין. לטענתו כל הזרמה לים למעשה תהווה "ניסוי" לבחינת יכולת השונית להתמודד עם עקה, והוא אינו ממליץ לבצע ניסויים שכאלה על השונית באילת.

**אמציה יוני** הציג את ממצאי עבודתה של שי אורון מהמכון הבין אוניברסיטאי שהצביעו על חזרת הצמחיה הימית והפורמיניפרה מתחת לכלובים לאחר הסרתם, וכן על התאוששות מהירה יותר של חברה זו לאחר שיטפון ביחס לקצב ההתאוששות שנמדד עם הוצאת הכלובים מהמים.

**אריק דיאמנט** העיר כי נושא הפאתוגנים העלולים להגיע לים עם שפכי חקלאות ימית הוא סוגיה הדורשת תשומת לב. נסיון העבר מראה שחיידקים וטפילים שמקורם בדגי ח"י עלולים לגרום לתמותה של דגי בר במפרץ. בשנים האחרונות מצביעים נתונים שנאספו במסגרת תכנית ניטור המפרץ ששכיחות הופעת מיקובקטריזיס בדגי בר (סיכנים) ירדה באתר שבו היו ממוקמים הכלובים קודם לכן. בכלל, דיווחים על דגי בר חולים ופגרי דגים בחופים הפכו יותר נדירים מבעבר, אך כאן מדובר בתחושת בטן שאינה מגובה בנתונים.

**נעם מוזס** ביקש שיוצגו נתונים כמותיים (לא תחושות בטן) והעיר כי לא סביר שלאחר תקופת ניטור כה ארוכה לא יוצג ניתוח המסכם באופן כמותי עמדה לגבי השינויים הרב שנתיים ביחס לשינויים הטבעיים. הנתונים המוצגים אינם מראים בהכרח דברים מובהקים אלא אקסטרפולציות והשערות לא לגמרי מבוססות. לדוגמה – הגרף שהציג אמציה המראה עליה של אחוז כיסוי אלמוגים במקביל לירידה בהיקף ייצור הדגים מראה שהעלייה באחוז הכיסוי הייתה משמעותית עוד טרם פינוי הכלובים וודאי טרם פינוי מוחלט, כך שבאותה מידה ניתן להסיק שאלמוגים התאוששו באותה תקופה בה פעלו הכלובים, ולו באופן חלקי. נדרשת עבודת ניתוח מעמיקה יותר המשליכה על כושר הנשיאה של המפרץ.

**מעוז פיין ואילנה ברמן פרנק** התייחסו גם לנושא האקולוגיה המיקרוביאלית של אלמוגים. שינוי בחברת החיידקים על גבי האלמוג מובילה לעיתים למחלות ותמותה של אלמוגים. שינוי זה יכול לבוע הן מהזרמה של חיידקים זרים בשפכים והן מהזרמה של עודפי אנטיביוטיקה מסוגים שונים לים בשפכי חקלאות ימית, וכן מנוכחות וירוסים בים. הוער כי המצפה התת ימי מחזיק במינים ממקור זר ונכון יהיה לחייבו להציב מערכת לחיטוי\* מי השפכים בטרםבטרם הם מוזרמים לים, בעיקר בשל קרבת ההזרמה לשונית הטבעית.

\* גם אילן מליסטר (לא נכח) ביקש לשקול לחלול בהמלצות הועדה חיטוי של שפכים

## דין

**יאפ:** מה מצופה מהועדה לקבוע - ערכי הסף וערכי הפליטה לחקלאות ימית. כולל גם חומר אורגני ופתוגנים, לא רק נוטריינטים. מבקש לא שיקולים פוליטיים אלא רק טובת המפרץ ברמה המדעית. איך ניגשים לבעיה זו? נראה מדו"ח IET ומחוזק גם במחקר שנערך אחרי הוצאת הכלובים שחקלאות ימית משפיעה על המערכת האקולוגית במפרץ. לא מאמין שיוכלו להגיע לכמות שמותר לשפוך. ישנן אפשרויות שונות: (1) להציע ערכים המבוססים על הידע הקיים. לא מן הנמנע שערכים אלה הם שרירותים במידה מסוימת (2) להציע מדיניות שקובעת שמים שיוצאים באותה איכות כמו מים שנכנסים, (3) לשלב המלצות אלה עם דרישות BAT (best available technology) BMP (best management practice). כמובן שכל המלצה דורשת נימוק רב.

**יונתן:** בשנתיים האחרונות בגלל שיטפונות יש ירידה בכיסוי האלמוגים. אנחנו נמצאים בשיווי משקל עדין ולא מומלץ לשחק איתו.

**אריק:** החקלאות הימית היא ענף חשוב בישראל ויש לעודדו כל זמן שמתקיים בצורה שאינה פוגעת בסביבה הימית, בוודאי במערכת אקולוגית עדינה כמו מפרץ אילת. הכנסת שפכים המכילים נוטריאנטים ופתוגנים עלולה לכן להוות הימור שאין לנו יכולת לעשות. במידה וייקבע בהיתר "אפס הזרמה לים", ואם יעמדו בכך המגדלים, הרי ברור שאין מה להגביל את כמויות המים הנשאבות ומוחזרות לים.

**אורן לוי** מבקש לראות מספרים של כמה אפשר לטפל במים. לטענתו לא ניתן יהיה לפקח על מה מוזרם לים לאחר הקמת מתחם החקלאות הימית.

**דרור** ענה על כך והציג את דרכי הניטור של ההזרמות ע"י היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית והראה כי ניתן לדעת מה מוכנס לים בכל זמן. עם זאת הוא טען כי אף מערכת טיפול אינה חפה מתקלות ובעיות. הוא הציג מקרה של קריסת מערכת טיפול במפעל בדרום הארץ שהובילה להזרמה של מאות טון אמוניה למימי הים התיכון. הוא שיער שהשונית לא הייתה עומדת בתקלה דומה בים סוף.

**אמציה:** אם עדיין לא יודעים אחרי 12 שנות ניטור אם הגרף אכן מעיד על קשר בין הכלובים לכיסוי האלמוגים אז צריך לחכות לעוד 10 שנות ניטור, ובינתיים להמליץ על כך שמה שיוצא זה מה שנכנס. אסור לקחת סיכון על השונית הזאת.

**אילנה:** בעז הראה שאחוז אחד מהנוטריינטים שנכנסים גרם לעליה של 50% ביצרנות הראשונית ה"חדשה". לכן מסכימה עם אמציה.

**יונתן:** ניתן לקבוע carrying capacity אבל לחלק את מה שיוזרם בין כל מי שמזרים, כולל הנמל ומרידיאן. הוא טען שהוא חושש שהמלצה של הוועדה על כמות מותרת להזרמה לים מחקלאות ימית תחליש את הניסיונות של מדעני המפרץ והמשרד להגנת הסביבה לצמצם את כמות השפכים של מזרימים אחרים במפרץ.

**נועם:** אפס הכנסה זה להרוג את הסיפור הזה. המלצה כזו לא מבטאת את המומחיות שקיימת בוועדה ולא את מכלול המידע הקיים. להבנתו מטרת הוועדה היא להמליץ על פרמטרים שיעידו על מצב המפרץ ויכולתו לקבל שינויים על סמך עבודה כמותית. ממליץ לבצע עבודה חישובית ורצוי שתהיה מבוססת על מודל, כמו Ecosim או Ecospace. מודל, או הערכה חישובית, אף כי רבים אי הודאיות, ייתנו גישה כמותית כלשהי ומדדים מוגדרים. צריך שניתוח זה יעשה ללא דעה מוקדמת. מתנגד לקבלת המלצה רק על סמך תחושות.

**דרור:** חוזר על שאלה של אורן לוי מהמפגש הקודם – האם נבדקה האפשרות להזרמה לים המלח? לנועם אין תשובה בשלב זה אבל בודקים את זה. כמו כן הוא שאל האם ניתן לכייל מודל (דוגמת ecopath) שיסייע לחזות מה תהיה השפעת ההזרמות לים.

**נועם מוזס:** טען שראוי שהוועדה תתמקד בלהעריך את מדדים לכושר הנשיאה של המפרץ ולא תתמקד בגורם אחד בלבד, אשר תייצר תמונה צרה ולא מייצגת של כלל ההשפעות על המפרץ. הציג את מה שהוועדה להיתרי הזרמה מאפשרת להזרים לים, כמות המסתכמת ב-100 טון חנקן לשנה ומה שדווח כמזרם כמזרם בפועל כ-40 טו לשנהטו לשנה). (דף מידע מצורף)\*,

עוד הוסיף שיש להתייחס למיקום של שחרור המים החוזרים לים. חלק מהמוצאים הקיימים כמו זה של המצפה התת ימי ושל המכון הביאוניברסיטאי יושבים בסמוך לשוניות האלמוגים, בעוד שההזרמה במידה ותהיה ממתקני חקלאות ימית יבשתית תהיה בצפון המפרץ המרוחק מהשונית.

\*כדאי לציין שגידול דגים בכלובים ב2002/2003 הוסיף  $20 \cdot 10^6 \text{ mole NO}_3/\text{year}$  (280 טון) לפי דו"ח IET (יאפ)

רשם: דרור צוראל

ישיבה הבאה 1.2.16 במשרד להגנת הסביבה בת"א קמה 11 שעה 14:00

### Protocol #3 (1/2/2016)

סיכום ישיבת ועדת מדענים על אילת 01/02/2016

#### נכחו:

פרופ' יאפ ואן ריין, האונ' העברית – מרכז הועדה  
ד"ר יוני שקד, הניטור הלאומי והמכון הבין אוניברסיטאי אילת  
פרופ' מעוז פיין, אוניברסיטה בר אילן  
פרופ' אילנה ברמן-פרנק, אונ' בר אילן  
פרופ' אריק דיאמנט, מלח"י אילת  
פרופ' יואב גוטהילף, אונ' תל אביב  
פרופ' אמציה גנין, האונ' העברית והמכון הבין אוניברסיטאי אילת, הניטור הלאומי אילת  
ד"ר דני צ'רנוב, אונ' חיפה

#### משקיפים:

נועם מוזס, משרד החקלאות  
עדי לוי, עמית ממשק במשרד החקלאות  
ד"ר דוד אסף, משרד הכלכלה  
ד"ר אילן מליסטר, המשרד להגנת הסביבה  
ד"ר דרור צוראל, המשרד להגנת הסביבה

#### חסרים:

פרופ' בועז לזר, אונ' העברית  
פרופ' אורן לוי, אונ' בר אילן  
פרופ' חזי גילדור

פרופ' ואן ריין סיכם את מה שנאמר בישיבה הקודמת. עיקרי הדברים:

1. מאז שנות השמונים הצטבר מידע לגבי מעגל הנוטריינטים במפרץ אילת, שכלל גם תקופת "ניסוי" של חמש שנות פעילות כלובי הדגים בצפון המפרץ.
2. על סמך הנתונים הקיימים, על הצוות לבחור בין שתי אפשרויות להמלצה: א. מדיניות אפס זיהום, כלומר אין להזרים נוטריינטים עודפים למפרץ או ב. לנסות למצוא ריכוזים שלדעת חברי הועדה לא יסכנו את המערכת האקולוגית של המפרץ.

פרופ' ואן ריין ביקש מפרופ' גנין להציג חישובים שביצע מהם ניתן יהיה לקבוע ריכוז נוטריינטיים שימזער את הסכנה למערכת האקולוגית.

פרופ' גנין הציג את חישוביו (ראה מצורף). הוא חישב את סטיית התקן של הממוצע הבין שנתי של ריכוז החנקן במי הים בשכבת העומק בה נמדדה עיקר השפעת הכלובים (עומק 600 – 700 מ') בשנים בהם לא היו כלובים במים (2008-2014), כך שתנודות החנקן נבעו מתהליכים טבעיים. הוא הציע כי מניסיונו כביולוג ימי, הוא סבור כי אם יוזרם חנקן בריכוז של כ-10% מסטיית תקן זו הנזק למערכת יהיה מינימלי. עם זאת, הוא העיר כי מדובר באינטואיציה בלבד ולא בחישוב שמבוסס מחקר או ניסוי. ייתכן וניתן לאשר רק 5% או 50% מסטיית תקן זו.

הוער כי התהליכים ה"טבעיים" כוללים את מה שמוזרם כיום בהיתר ושלא בהיתר, דוגמת גלישות ביוב והשקיה חקלאית או עירונית החודרת למי התהום.

על מנת לתרגם את העומס המיוצג ע"י 10% מסטיית התקן, חושב ממוצע ריכוז חנקן בזמן הכלובים, ממנו הופחת הממוצע שנמדד אחרי הוצאת הכלובים. ההפרש חולק בסטיית התקן. התקבל כי במהלך שנות הכלובים הוזרם לים עומס של בין 100% ל-137% מסטיית התקן הטבעית. כלומר, 216 טון חנקן לשנה מהכלובים העלה את הנוטריינטיים בפי כ-1.37 מסטיית התקן.

אם ההמלצה תהיה 10%, המשמעות היא עומס שנתי של כ-16 טון חנקן. היום מוזרמים בפועל, במסגרת היתרי ההזרמה לים, 32 טון לשנה, לא כולל שפיכות של ביוב.

ד"ר שקד העיר כי 2008 אינה שנת מפתח טובה, שכן היה ערבוב עמוק במיוחד וזה מאוד משפיע על ערך סטיית התקן. פרופ' גנין ענה כי חשש שאם יחסיר שנה זו תהיה טענה שהוא מחמיר מדי, ולכן השאיר אותה בחישוב.

בהתאם להערת נועם מוזס לגבי כמות החנקן שהוזרמה ע"י הכלובים, עדכן פרופ' גנין את המספר ל-280 טון. יצא כי 10% מסטיית התקן במצב זה הינה כ-20 טון בשנה אותם יאושר להזרים.

פרופ' פיין העיר כי עדיין מדובר בניסוי, שכן לא ידוע מה תהיה ההשפעה גם של הזרמת 10%. כמו כן נשאלה השאלה האם מדובר ב-16-20 טון מעבר למה שכבר מוזרם לים בהיתר או שיש לצמצם את כל ההזרמות, כולל החקלאות הימית (תוך הדגשה שרק מתקן ההתפלה לבדו אחראי לכ-12 טון ניטראט בשנה) לכדי כ-16-20 טון.

הוצע כי יש לבחון את האפשרות להשתמש במודל לצורך בחינת השפעת הריכוזים השונים על המפרץ. פרופ' דיאמנט עדכן ששוחח עם מיקרוביולוג ימי בשם פרופ' בנו טר קאולה שבזמנו חקר פורמיניפורה באילת וכיום עוסק בהערכת סיכונים בתחום בריאות הציבור בהולנד. מניסיונו, צריך מאד להיזהר מבניית מודלים ללא נתונים מבוססים היטב, כדי לא להסתמך על תוצאות חסרות משמעות. משרעת הטעות כל כך גבוהה שזה בד"כ לא רלוונטי.

פרופ' ברמן פרנק עדכנה כי היא עובדת על בניית מודל ביוגאוכימי על חנקן במפרץ יחד עם קבוצה קנדית, תוך שימוש בנתוני הניטור הלאומי. המודל כרגע בהקמה אבל יאפשר חיזוי של היצרנות הראשונית מפרץ. ניתן יהיה לשלב מודל זה עם מודל זרימה ותחלופת מים. עם זאת הודגש כי זה לא יאפשר חיזוי של פריחת אצות או השפעה על השוניות.

נועם מוזס טען כי בטכנולוגיה הזמינה כיום מבחינת כמות הדגים שרוצים לגדל ניתן לבצע טיפול שמסלק 90% מהחנקן, מה שיוביל להזרמה של 30 טון בשנה. סילוק של יותר מ-90% אפשרי אבל לא ישים כלכלית.

נעם תיקן כי התוצאות שהוצגו על ידי אילן מליסטר בישיבה הראשונה מדברות על הזרמה של 38.428 טון (בשנת 2012). בנוסף, על פי חישוב שנעשה על סמך על בסיס היתרי ההזרמה שניתנו



מדובר על 108 טון חנקן\שנה. כמו כן, קיימים מקורות שתורמים חנקן למפרץ ואינם במסגרת היתר כגון דישון גינות, חדירת מי תהום, כניסת שיטפונות משטחים חקלאיים.

נעם הציג חישוב למיהול של שטף חנקן של 100 טון\שנה המראה עלית ריכוז מזערית (בסד"ג של 0.01 מיקרומולר) בראש המפרץ, בהתבסס על זמן שהיה ממוצע בסד"ג של 10 ימים, על פי הערכת סטיב ברנר.

סוכם כי ישנן שלוש חלופות אותן הועדה שוקלת בשלב זה:

1. להמליץ שלא להזרים לים שפכים המכילים ריכוז נוטריינטים הגבוה מהריכוז הרקע הטבעי.
2. להמליץ על הזרמה של שפכים בהם ריכוז ועומס הנוטריינטים מייצג 10% מעבר לסטיית התקן הרב שנתי, כלומר עד 16-20 טון בשנה. במצב זה יש לקצץ את 30 הטון שכבר מוזרמים לים כיום.
3. להמליץ להזרים לים עד 16-20 טון בשנה בנוסף ל-30 הקיים היום בהיתרים השונים.

הוצע כי במידה ובוחרים באופציה 2 או 3, יש להגביל את האישור לחמש שנים במהלכם ייבדק מצב המערכת האקולוגית באילת. לאחר חמש השנים ייבחן האם יש להמשיך לאשר את ההזרמה או להפסיקה.

ד"ר אסף ממשרד הכלכלה הביע חשש כי מצב של חוסר וודאות לגבי המשך הפעילות הכלכלית לאחר חמש השנים ירתיע יזמים מלהיכנס לפרויקט.

חלק מחברי הועדה טענו שהם מתנגדים לאפשרויות 2 ו-3 ושאינן לבצע ניסויים על שונית האלמוגים היחידה של ישראל. הוער כי כנראה לא תהיה הצבעה של "פה אחד" וניתן יהיה גם לספק דעת מיעוט.

ד"ר צוראל, נציג המשרד להגנת הסביבה ביקש שאם תיקבע הצעה להגבלה של חמש שנים על הועדה להגדיר באופן מדויק מה הבדיקות שיש לבצע על מנת שניתן יהיה בתום חמש השנים לקבוע האם ניתן להמשיך להזרים או שיש להפסיק את ההזרמה. הוא ציין כי ניסיון דומה נעשה בים התיכון ללא הגדרה מדויקת של בדיקות, ושהפרמטרים שנבדקו במסגרת הניטור לא היו מספיקים על מנת לתת מענה מאוחר יותר לגבי ההשפעה של ההזרמה על המערכת האקולוגית.

נושאים נוספים:

1. לבקשת פרופ' גנין, פירט פרופ' דיאמנט את היבטי הניטור התברואתי שיש לדעתו לבצע במוצא השפכים. ב"פיילוט" היבשתי שפעל במרכז הלאומי לחקלאות ימית ובו גודלו כ-100 טון דניס בשנה היו מדי פעם בעיות תברואתיות שנבעו מטפילים, ובעיקר פרוטוזואה ומונוגיניאה. כמו כן ציין כי בתקופת פעילות חוות כלובי הדגים היתה נסיקה בשכיחות מחלת המיקובקטריום בדגי הבר בסביבות הכלובים. דגי בר אלה שימשו למשך זמן מה להאכלה באקווריומים של המצפה התת ימי, מה שבעקיפין גרם להפצת הפתוגן באיזור השוניות הדרומיות.
2. לנוכח נסיונו זה, על הועדה לדרוש שמוצא ההזרמה לים יהיה ממוקם בחוף הצפוני-מזרחי של אילת, הרחק ככל האפשר משוניות האלמוגים של החוף הדרומי.

לסיכום ביקש פרופ' ואן ריין שכל מי שהציג חומר לוועדה ישלח אליו את החומר כתוב על מנת שיוכל לערוך את החומר לכדי סיכום.

Prof. Hezi Gildor added the following comments to the protocol:

הי,

מספר הערות לפרוטוקול ולדין:

1. אנא הוסיפו את שמי לרשימת המדענים החסרים מהישיבה

2. אני תומך בהערכה ש- 10% מהשונות היא סבירה

3. מודלים:

כפי שכבר הזכרתי בעבר, אחת הסטודנטיות אצלי עובדת על פיתוח מודל תלת-מימדי הכולל את הדינמיקה ואת המערכת האקולוגית. המודל כבר משחזר חלק ניכר ממאפייני המערכת האקולוגית, כולל deep chlorophyll maximum, ופריחה באביב. ניתן יהיה להשתמש במודל זה כדי להוסיף מקור נוטריאנטיים בצפון המפרץ ולבדוק את ההשפעה. טווח זמן: להערכתי פיתוח המודל יסתיים לקראת הקיץ, ואז ידרשו עוד מספר חודשי עבודה.

מודל נוסף שיכול להיות לעזר הוא מודל פיזור שיאפשר להעריך טוב יותר את זמן השהות של נוטריאנטיים בצפון המפרץ, על סמך נתוני הזרמים מהמודל הפיזיקלי בלבד. (לאחרונה הגשנו מאמר המשתמש במודל זה להערכת פיזור נוטריאנטיים מכלובי דגים בים התיכון). ניתן להריץ את מודל הפיזור עבור משטר הזרימה בשנים עם עירבוב עמוק ושנים עם עירבוב רדוד. טווח זמן: הרצות אלו ניתן לסיים תוך מספר חודשים.

בברכה, חזי.

## Protocol #4 (9/3/2016)

### ועדה לקביעת ערכי סף להזרמה לים מחקלאות ימית באילת (9.3.2016)

רשם: יאפ ואן ריין

#### נכחו:

פרופ' אורן לוי, אונ' בר אילן

פרופ' אריק דיאמנט, מלח"י אילת

פרופ' אמציה גנין, האונ' העברית והמכון הבין אוניברסיטאי אילת, הניטור הלאומי אילת

ד"ר יוני שקד, והמכון הבין אוניברסיטאי אילת

פרופ' חזי גילדור, האונ' העברית

פרופ' יאפ ון ריין, האונ' העברית

פרופ' מעוז פיין, אוניברסיטה בר אילן

#### התנצלו:

פרופ' אילנה ברמן-פרנק, אונ' בר אילן

פרופ' יואב גוטהילף, אונ' תל אביב

ד"ר דני צ'רנוב, אונ' חיפה

פרופ' בועז לזר, אונ' העברית

In this 4<sup>th</sup> meeting the draft intermediate report was discussed. Prior to this discussion, Jaap told the members that he received a request to invite Prof. Steve Brenner to a committee meeting. Prof. Brenner's expertise on the physical oceanography of the Gulf could be of additional help for formulating the committee's recommendations. It was decided to contact Prof. Brenner in writing to get his opinion on some key questions related to retention times of the northern Gulf.

A point of concern by some members (Oren, Arik, Yoni) was that too much emphasis was placed on nitrogen and too little on other type of pollutants such as pathogens, antibiotics, organic matter and heavy metals. Amatzia explained that because of the relatively detailed analyses of its distribution in the Gulf as well as due to its importance in affecting algae dynamics, nitrogen was used as a proxy for other nutrients discharged in the Gulf. Jaap

explained that in the final recommendations an explanation was provided for why nitrogen was chosen. New data were provided by Yoni and Amatzia which pointed to a clear effect of fish farming on inorganic nitrogen and oxygen concentrations in the northern part of the Gulf in the years 2003-2008. Amatzia explained the rationale behind the recommended maximum nitrogen discharge value and explained that the recommendation to allow discharge of nitrogen of up to 10% of the standard deviation is within the reasonable safety limits. The committee members accepted this recommendation. Questions were raised by some members concerned with the calculation of the total amount of nitrogen discharged during the fish cage period. Jaap explained that the total nitrogen discharged was based on the total biomass of fish cultured, their feed conversion coefficient (FCR), the protein content of the feed and the nitrogen utilization efficiency of the fish. A realistic FCR of 2.0 was used (as achieved in the fish cages) while a nitrogen utilization of 22% was used. The latter value was obtained from research on seabream by Lupatsch and Kissil (1998).<sup>\*</sup> Finally, Jaap informed the members that based on the issues raised in the present meeting he will adjust the report and send them the revised version (Word format). He asked the members to make the necessary corrections/adjustments in a timely manner.

It was concluded that:

1. Background information on oxygen and inorganic nitrogen changes in the Gulf up to 2015 will be expanded (Amatzia and Yoni)
2. More background information will be provided on infections of natural fish populations with pathogens originating from cultured fish (Arik)
3. It will be recommended that the total N discharge should not exceed 22 tonnes. This value includes nitrogen from all Israeli point sources of pollution into the Northern Gulf of Eilat. This recommendation implies that the current N discharge (totaling 29 tonnes) exceeds the recommended value.
4. The recommendation section should place more emphasis on discharge restrictions for pathogens and other biological agents as well as organic matter, heavy metals, antibiotics etc.

Finally, Hezi agreed to prepare a written request to Prof. Steve Brenner asking Prof. Brenner for his thoughts on retention times of the northern part of the Gulf.

<sup>\*</sup> In their 2004 (!!!) report the IET team of experts estimated the total nitrogen discharge from cages at  $20 \cdot 10^6$  moles N which is equal to 280 tonnes N. Using this value to calculate 10% of the SD results in 20.5 tonnes N

The following letter (e-mail) was sent to Prof. Steve Brenner on 13/3/2016:

Dear Steve,

As I informed you some months ago, a committee was formed by the Ministry of Environmental Protection aimed at coming up with recommendations concerned with effluent discharge from aquaculture activities into the Gulf of Eilat. I tried to invite you earlier to attend one of our meeting but, unfortunately, that did not work out. We (the committee) formulated a few questions concerned with some physical characteristics of the Gulf (see attached). Knowing your expertise in the field, I would appreciate it if you could have a look at these questions and share with us your opinion on this matter.

Thanking you in advance and kind regards,

Jaap

Attachment:

סטיב שלום,

בימים אלה נבדקת האפשרות להקמת חוות דגים ביבשה והזרמת מי הפלט למפרץ אילת. לאור ניסיוןך הרב (בין השאר במסגרת בדיקת החקלאות הימית בעבר, תעלת הימים, ועוד), הועדה המדעית לבחינת ההשלכות של הזרמה על המערכת האקולוגית של מפרץ אילת מעונינת לקבל את חוות דעתך על השאלות הבאות:

1. מהו להערכתך זמן הזמן האופיני שייקח למי פלט המוזרמים לראש המפרץ להתערבב בצורה אחידה בראש המפרץ (עשרת הק"מ הצפוניים של המפרץ) ובאגן הצפוני של מפרץ אילת?
2. מהו זמן השהות של מי הפלט בראש המפרץ (עשרת הק"מ הצפוניים של המפרץ) ובאגן הצפוני של מפרץ אילת? אם בשלב מסוים תופסק ההזרמה, תוך כמה זמן יחזור המצב לקדמותו?
3. במידה וההזרמה תתקיים באופן אחיד במהלך השנה, האם להערכתך תגיע תוספת הנוטרינטים מפני השטח ותצטבר בעומק (בראש) המפרץ?

בברכה,  
יאפ ואן ריין  
יו"ר הועדה

Prof. Steve Brenner replied (14/3/2016):

Hi Jaap,

My answers to your questions are very approximate, back of the envelope, and I take no responsibility if the very general, qualitative answers are misused quantitatively.

1. I don't think we can say for sure that the material will mix uniformly. Based on results obtained from particle tracking for the World Bank study, we did find that particles released from several locations along the east, north, and west coasts will traverse the northern gulf in a matter of a few days.

2 and 3. Residence time is a concept that in principle applies to the entire gulf. To estimate the residence time of the northern gulf, I had once run a flushing experiment in which the entire head of the gulf (~10 km) was filled instantaneously at time zero with a tracer which was then allowed to disperse and mix with the currents. I think this is more like your question 3 but it still gives us some insight into "residence" time for a limited section of the gulf. The e-folding time for the entire volume (time for the average concentration to decay to  $1/e$ , ~ 1/3 of the initial concentration). The number if I recall correctly was around 10 days.

To really address your questions more rigorously I would run additional simulations with the constant source for a long period (at least one year) and another flushing experiment. One question which was never really resolved in the IET study was the exchange of nutrients through the straits and the interaction between the horizontal dispersion and vertical mixing. In other words to try to simulate the "reset" of the nutrients a depth that was observed during a winter with very deep mixing.

I hope this helps.

Best regards,

Steve

Steve Brenner, Professor  
Department of Geography and Environment  
Bar Ilan University  
Ramat Gan, Israel  
Phone: +972 3 5318973  
Secretary: +972 3 531 8340  
Fax: +972 3 7384033

## **APPENDIX #3**

### **POWERPOINT PRESENTATIONS BY GOVERNMENTAL REPRESENTATIVES**



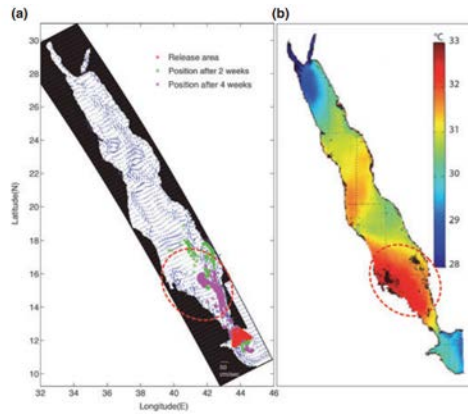
# ועדה מדעית לבחינת ערכי סף להזרמת מי פלט מחוות דגים למפרץ אילת שיקולים סביבתיים

מציג ד"ר דרור צוראל  
מרכז מדעי לניטור ומחקר בים  
היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית  
המשרד להגנת הסביבה



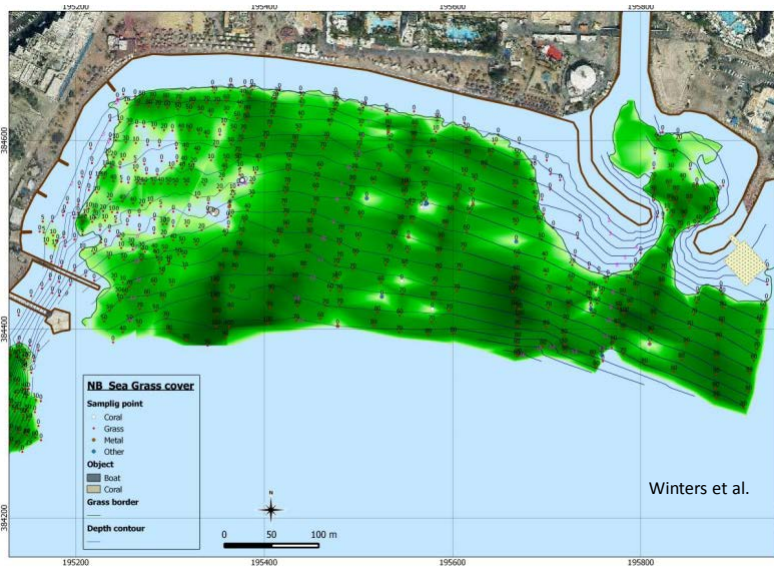
## A coral reef refuge in the Red Sea

MAOZ FINE, HEZI GILDOR and AMATZIA GENIN (2013)





## בית הגידול בחוף הצפוני



## לחצים על השונית

לחצים אנתרופוגניים עבר:

ביוב גולמי (אאוטרופיקציה אך גם מי כביסה של מלונות) – הופסק בשנות ה-60  
דיג בלתי מבוקר – הופסק לאחר הכרזת שמורות הטבע הימיות  
לובי הדגים – הוצאו מהים בשנת 2008

לחצים אנתרופוגניים קיימים:

לחצי פיתוח לאורך החוף  
זיהום הפן הביני (כביש 90)  
תאורה ורעש  
לחצי צלילה ומתרחצים  
זיהומי נפט תקופתיים  
פסולת ימית  
מסוף הפוספטים  
הזרמת מי תהום עשירים בחנקן ע"י מערכות קירור של בתי מלון  
הזרמות תמלחת מפעלי המלח ומתקן ההתפלה לתעלת הקינט  
סחף מהחקלאות בערבה והזרמות מלח"י לתעלת הקינט  
פיתוח בצד הירדני  
סחף



# מנגנון הזרמה לים



ועדה בין משרדית למתן  
היתרי הזרמה לים

**אכיפת המדיניות**  
ניטור רציף של השפכים  
בדיקות פתע תקופתיות  
תיקי חקירה

**קביעת מדיניות**  
ערכי סף  
ערכי פליטה  
דרישות טיפול

**בחינה ועדכון המדיניות**  
ניטור סביבתי



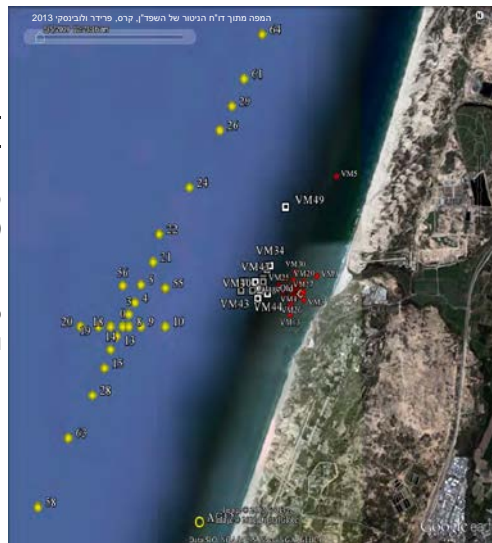
## תכנית ניטור מקומית

(מתוקף היתר הזרמה, הטלה או רישיון עסק)

**ביולוגיה:** חי על ובמצע, פלנקטון, מזהמים  
ברקמות בע"ח (מתכות כבדות)

**כימיה:** ריכוזי מזהמים במים ובקרקעית  
(מתכות, קוטלי עשבים, תוצרי נפט), ריכוזי  
חומרי דשן (פחמן, חנקן, זרחן, סיליקה)

**פיזיקה:** טמפ', מליחות, חומציות, בתימטריה  
ושינויים בקו החוף





## מנגנון קביעת ספי פליטה



## פערי מידע

מידע חיוני לניהול המפרץ:

1. כימות לחצי הצלילה
2. כימות חדירת מזהמים למי הים
3. כימות זיהומי אנרגיה (אור ורעש)
4. השפעות מהצד הירדני

מידע חיוני לקביעת ערכי סף:

1. ריכוזי ועומסי נוטריינטים המוזרמים לים בהיתר (יש נתונים אך לא מרוכז)
2. ריכוזי ועומסי נוטריינטים בפן הביני החודרים לים (אין נתונים)
3. ריכוזי ועומסי נוטריינטים המוזרמים בהיתר לקינט בשגרה (יש נתונים)
4. ריכוזי ועומסי נוטריינטים מחקלאות בערבה הזורמים בקינט באירועי גשם (אין נתונים)
5. ערכי סביבה של נוטריינטים כתלות בזמן (רב שנתי, עונתי, ערבול עמוק, ערבול רדוד) ובמרחב
6. משמעות ביולוגית של יחסי הנוטריינטים (יחס רדפילד)



# פיתוח כלכלי בר קיימא של תחום הביולוגיה והחקלאות הימית באילת

ד"ר דוד אסף  
מנהל תחום סביבה בתעשייה - משרד הכלכלה

נובמבר 2015

## מבט על העיר אילת



## העיר אילת – נתוני רקע

- אילת, הוקמה כישוב אזרחי בשנת 1952
- לאחר הסכם השלום עם מצרים, החלה ההתפתחות המהירה של העיר, בד בבד עם התפתחות התיירות בעיר
- בשל הקשיים החריגים הנובעים מבידודה הגיאוגרפי של אילת, הוכרזה העיר בשנת 1985 כאזור סחר חופשי – פטור ממע"מ, ובעל זיכויים והטבות אחרות במיסים

## נתונים כלכליים

- רמת השכר באילת נמוכה בכ-16% בהשוואה לממוצע הארצי ובהשוואה למגזר היהודי חילוני בכ-19%.
- אילת היא גם עיר נמל, השער הדרומי של ישראל לסחורות יצוא ויבוא למזרח הרחוק, אוקיאניה ומזרח אפריקה.
- מלבד תעשיית התיירות והמסחר המקומי והבינלאומי פועלות באילת מעט תעשיות היי-טק ותעשייה קלה וישנה עשייה בתחומי טכנולוגיות סביבתיות.
- באילת פועלות 2 שלוחות אוניברסיטאיות, 4 מכללות, ו-2 מכוני מחקר.

## נתונים כלכליים

- אילת עיר תיירות - כ- 12,000 חדרי אירוח ברמות שונות.
- מרבית העסקים בעיר נשענים על ענף התיירות ולמעשה ניזונים ממנו – ענפי המסחר במיוחד
- אילת חולשת על שטח שיפוט של כ-85,000 דונם ומונה כ- 64,000 תושבים.
- העיר מאופיינת כעיר מעבר, בה כ- 46% מהאוכלוסייה שוהה בעיר עד 5 שנים וכ 70% עד 10 שנים.
- העיר מצויה באשכול סוציו-אקונומי 5.
- למעלה מ-50% מועסקים בתחום התיירות וכ 4%-בלבד מהמועסקים בתעשייה

## רקע להחלטת הממשלה - החסרונות

- השענות העיר על ענף כלכלי יחיד חושף את העיר לסיכונים שונים המאפיינים את ענף התיירות.
- כך למשל, במשבר הכלכלי האחרון שחל במדינות המערב, יחד עם המצב הביטחוני השפיע באופן משמעותי על העיר.
- נוצר מצב שהעיר אינה ממצה את מלוא הפוטנציאל הגלום בה, בזמן שקצב הפיתוח של שכנותיה, עקבה וטאבה, מקבל תנופה רצינית.

## רקע להחלטת הממשלה - היתרונות

- עוגנים לקידום ופיתוח אילת: אנרגיה מתחדשת, תיירות ומסחר, ביולוגיה ימית, ואקדמיה.
- נבחר לשים דגש על פיתוח כלכלי של תחום הביולוגיה הימית באילת וסביבתה
- ב-1.7.2012 עברה החלטת ממשלה
- החלטה זו מבקשת לתת מענה לנתונים מדאיגים באשר לעיר אילת וביניהם הנתונים הדמוגרפיים בעיר, פילוח האוכלוסייה וקצב הפיתוח של שכונתיה של העיר, עקבה וטאבה, לעומת העיר אילת.

## תחום הביולוגיה והחקלאות הימית

- **נתח שוק עולמי** - שוק הביוטכנולוגיה הימית העולמי צומח בשיעור של כ-10% לשנה. נכון להיום מוערך שוק זה בכ-3 מיליארד דולר לשנה
- **קשר הכרחי לאקדמיה** - אופיו של התחום מחייב שיתוף פעולה מתמיד בין חברות - תעשייתיות בתחום ובין מוסדות מחקר (ובדגש על מחקר בסיסי).
- **מעורבות ממשלתית** - היכולת להפוך מחקר בסיסי בתחום זה ליישומי הינה קשה ומחייבת בד"כ מעורבות ממשלתית בשיטות שונות.
- **מצב התחום בישראל** - חברות קטנות עד 20 עובדים עם משכורות נמוכות מהממוצע בתחום
- **היקף עובדים** להערכתנו, התחום מכלכל כיום כ-200 עובדים באזור אילת
- **מגמות פיתוח** נראה כי תחזית גידול של כ-15% לשנה הינה תחזית ריאלית תחת הנחות שיבוצעו פעולות ממשלתיות ומקומיות שונות



## אילת כפלטפורמה עתירת פוטנציאל לפיתוח כלכלי בתחום הביולוגיה הימית

- לאילת יתרונות בתחום הביולוגיה הימית, אשר אינם קיימים במשולב במיקום אחר בארץ:
1. **שונית אלמוגים טרופית**- הופכת את מפרץ אילת לשטח מחקר ימי ייחודי בעולם.
  2. **עומק המים**- עקב השבר הסורי אפריקני, מגיעים המים במפרץ אילת לעומק מאד גבוה במרחק קצר מאד מן החוף. נתון זה מאפשר ביצוע מחקר באזור החוף ללא שימוש באמצעי תעבורה שונים, המייקרים את עלויות המחקר.
  3. **רמת קרינה שמש גבוהה**- באזור אילת ( ובפרט באזור אילות) קיימת רמת קרינה גבוהה, אשר מסייעת בפיתוחם של חומרי טבע שונים, ובדגש על תעשיית המיקרו אצות.
  4. **אזור עתיר בקרקע פנויה**- שטחי הקרקע המצויים בשפע באזור אילת מהווים יתרון גדול על פני אזורי גידול אחרים במרכז הארץ, ובדגש על תעשיית גידול דגי נוי ומאכל בשטחים יבשתיים.
  5. **ריכוז גורמי אקדמיה, גופים עיסקיים תיירותיים וטכנולוגיים** - כח אדם מקצועי וגורמים מסחריים בתחום באילת וסביבתה- באילת ובסביבתה מספר מוקדי ידע בתחום מדעי הים (מחקריים ותעשייתיים), אשר אינם קיימים בריכוז שכזה באזורים אחרים בישראל. חלק ממוסדות אלו מחשבים למוסדות המובילים בתחומם בישראל.

## כשלי השוק המרכזיים

- קיים פער בין הפוטנציאל הגלום בעיר אילת בתחום הביולוגיה הימית לבין מימוש הפוטנציאל בפועל
- **השוואה בינ"ל של ישראל לעומת העולם**- פחות פטנטים בתחום הביוטכנולוגיה הימית לישראל.

הכשלים:

- הפיכת איזור פריפריה למעצמה ביוטכנולוגית
- כשל שוק בתחום ההשקעות
- כשל השוק השני הינו בתחום המידע

## החלטת ממשלה של פיתוח כלכלי בר קיימא של תחום הביולוגיה והחקלאות הימית

לאור יתרונותיה הייחודיים של אילת, המאכלסת משאבי טבע נדירים כים סוף, ולאור הפוטנציאל המחקרי הגבוה הגלום באילת בתחום הביולוגיה הימית והחקלאות הימית, מבוקש לבחון את הצורך בפיתוח הכלכלי של תחום זה ואת תרומתו להרחבה של מאפייני התעסוקה והכלכלה באזור וחיזוקם. לצורך כך מבוקש לבחון כלים לפיתוח כלכלי ותעסוקתי בר קיימא של העיר אילת על ידי ניתוח הכלים הקיימים כיום וכן בחינת הצורך בכלים נוספים, בתחומי הביולוגיה והחקלאות הימית באילת לצורך מימוש הפוטנציאל הכלכלי והתעסוקתי של התחום תוך ניצול יתרונותיה הייחודיים של אילת ומניעת זיהום מפרץ אילת.

במסגרת זו יבחן הצורך בהקמת מטה פעילות לתוכנית אשר יקדם, יתאם וינחה בתחום הביולוגיה והחקלאות הימית היישומית באילת בנושאים הבאים:

- ארגוני/מנהלי - תפקוד כ"one stop shop"-עבור המעטפת התומכת בעובדים, בחברות ובמשקיעים בתחום
- תעשיית - סיוע ליזמים ועסקים קטנים ובינוניים קיימים בפיתוח התחום, תוך ייעוץ להפחתת עלויות וסיכונים לעסקים. בחינה והצגה של תמריצים נדרשים לצורך עידוד חברות קיימות לפעול באילת.
- הנגשת מידע - סיוע במתן מידע ע"י אנשי מקצוע המתמחים בביולוגיה וחקלאות ימית (לרבות משפטי ועסקי) לטובת קידום ועידוד עסקים, כולל ארגון כנסים והנגשת מידע לפונים.
- הכשרה מקצועית למבוגרים - ייזום קורסים והכשרות למקצועות טכניים בתחום מדעי הים ופעולות נוספות הקשורות לתחום ההכשרה המקצועית למבוגרים.

## חזון

**להפוך את אילת למרכז לאומי ובינלאומי לביו טכנולוגיה ימית, באופן שיביא לעיר מסה קריטית של אוכלוסיה מקצועית ואקדמית שתוכל להביא שינוי ושדרוג בתדמית העיר. באמצעות:**

- משיכה לעיר של אוכלוסיית קבע של עשר (40-50) חוקרים בכירים ובנוסף לכך, עובדים מקצועיים שישהו בעיר כדרך קבע.
- משיכה לעיר של עשרות חוקרים שישהו בעיר תקופות ממושכות (שנתיים עד ארבע שנים) בזמן ביצוע המחקר.
- משיכה לעיר של מאות חוקרים או גורמים עסקיים שונים לכנסים בינלאומיים שיערכו מספר פעמים בשנה.
- ניצול הידע (בעיקר בתחומי נישא שונים) להקמת עסקים קטנים (בעיקר במתכונת של חברות הזנק) ובינוניים שיפעלו בעיר על סמך הידע המחקרי שייצבר במרכז. פעולה זו אפשרית גם במתכונת של רישיונות לחברות מבוססות בתחום לשימוש ב - IP

## המלצות עיקריות לפעולה

- חינוך – הקמה של מערך חינוך תיכוני בתחום הביולוגיה והחקלאות הימית
- תעשייה- חיזוק הקשר בין יזמים למשקיעים הנגשת כלים לעסקים קטנים ובינוניים.
- מחקר- חיזוק מוסדות המחקר בעיר והגברת האינטגרציה ביניהם
- תעסוקה – הקמת תשתית להכשרה מקצועית לתחום
- נבדקה האפשרות של הקמת קונסורציום שיתמוך בחברות, במחקר ובמשקיעים בתחום



מינהל סביבה  
ופיתוח בר-קיימא  
משרד החקלאות

## תודה

המשרד להגנת הסביבה  
היחידה הארצית להגנת  
הסביבה הימית

כס"ל

ד"ר אילן  
מאסר



ליאון זובואין ז"ל (חמי)  
היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית - המשוד לאיכות הסביבה

ועדה מדעית  
לבחינת ערכי סף להזרמת מי פלט  
מחוות דגים למפרץ אילת  
שיקולים סביבתיים

צילומים: מוזאון אילת



Marine & Coastal Environment Div.



## "מקורות יבשתיים" - סמכות חוקית

אמנת ברצלונה לשמירת הים התיכון (1976)  
והפרוטוקול למניעת זיהום הים "מקורות  
יבשתיים" (Land Based Sources) (1980/1996)



חוק "מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים,  
התשמ"ח - 1988"  
ותקנותיו (1990/2005) + אגרות (2001)  
+ היטל הזרמה (2011).

אגף ים וחופים - המשדד לאיכות הסביבה

## למי הסמכות הבלעדית ? לוועדה הבינמשרדית !

- הגנת הסביבה (יו"ר)
- בריאות
- כלכלה
- תחבורה
- ביטחון
- חקלאות
- תיירות
- "ירוקים"



אנני ים חופים - המשרד לאיכות הסביבה

## המשפט המרכזי של החוק

על כל אדם אחת ...

□ "לא יזרים אדם לים פסולת או שפכים ממקור יבשתי, במטרה לסלקם לים, בין במישרין ובין בעקיפין, אלא על פי היתר".



החידה הארצית להגנת הסביבה הימית  
המשרד להגנת הסביבה

## עונשים

- קנסות: הגענו ל- 800,000 ש"ח
- +/או עד שנה מאסר
- קיבלו 250 שעות עבודות שרות אם או ללא הרשעה.
- חדש על המדפים: עיצום כספי!
- 7.5 מיליון ש"ח



אנף ים חופים - המשדר לאיכות הסביבה

## האם הנחלים נשפכים לים ? בארץ הקודש, זה תלוי !



הקינט

- רק במקרים מיוחדים
- נחל קינט (אילת)
- נחל הקישון



הקישון

המשדר לאיכות הסביבה











מסנן "מקרוני"



צינור למיחזור מים







נועם מוזס



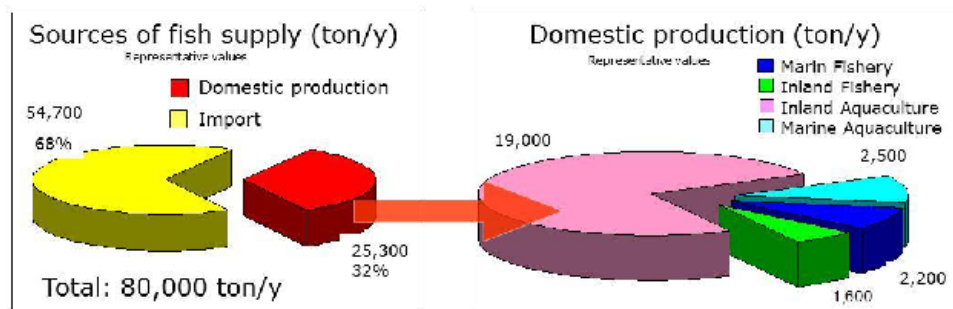
משרד החקלאות ופיתוח הכפר, האגף לדיג ולחקלאות מים



## ועדה מדעית לבחינת ערכי סף להזרמת מי פלט מחוות דגים למפרץ אילת

פגישה מס 1 – 2.11.2015

### Supply and production of fish product in Israel



## Aquaculture basic conditions

### Affected mainly by:

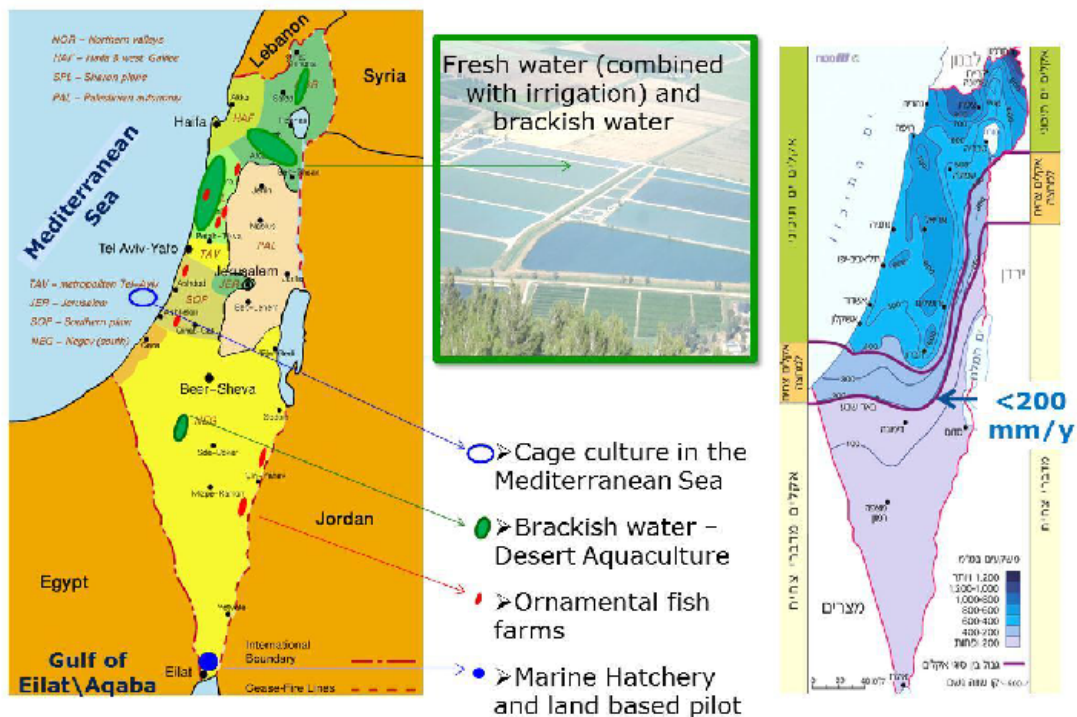
- 1) Water scarcity ( $\approx 6m^3$  /kg fish)
- 2) Environmental constrains\ awareness
- 3) Competition with import and other users of land and water resources



### Further development is expected in:

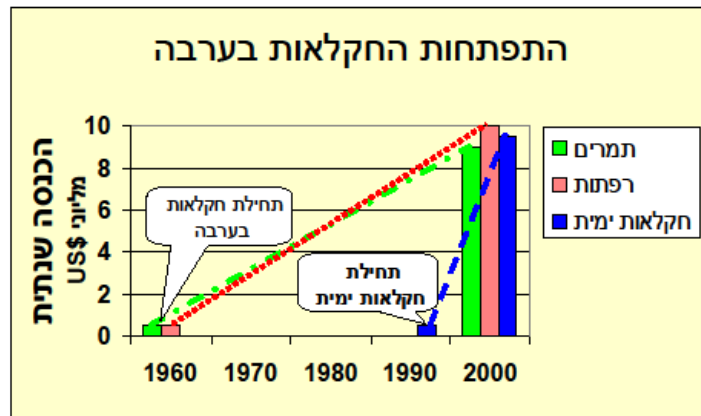
- RAS technologies
  - limited water consumption
  - Minimal environmental interaction (low nutrient output, no birds predation, less diseases)
- Cages in the open sea (less diseases)

## Fish Culture in Israel





## חקלאות ימית במתקנים יבשתיים בדרום הערבה

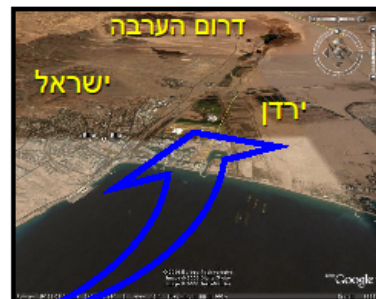


### החקלאות הימית בדרום הערבה

- התפתחה במהירות, נעצרה בעשור הקודם - 2005
- היוותה מרכיב מהותי בפרנסת אילת ויישובי דרום הערבה (עד 40% מההכנסה של חלק מהקיבוצים)

## עולים על היבשה...

בעקבות החלטת ממשלה (מס. 3688) מיוני 2005 הוצאו כל כלובי הדגים ממפרץ אילת עד יוני 2008.



## ולאו- עוברים לים תיכון



### הערכה של כלובי דגים במפרץ אילת

דוח למשרדי התשתיות הלאומיות, איכות הסביבה והחקלאות

תערוך ע"י צוות המומחים הבינלאומי (IET)

20 בספטמבר, 2004

ממצא מס' 1: זרמי המים במפרץ אילת מהירים יותר ומשתנים יותר מכפי ששווער קודם. זה חשוב מאוד. הקצה הצפוני הישראלי של המפרץ פתוח לחילופי מים וחומרים עם שאר המפרץ. לכן נוטריאנטים ופלנקטון מחוות הדגים נעים לתוכו של כל המפרץ יחסית במהירות. ממצא מס' 2: נוטריאנטים מכלובי הדגים מתערבבים לתוך מים עמוקים באופן נרחב על פני כל המפרץ, לא רק ליד אילת.

ממצא מס' 3: מאגר הנוטריאנטים במים העמוקים של צפון מפרץ אילת גדל עם הזמן, כחלק ממחזור טבעי. הנוטריאנטים מכלובי הדגים מהווים רק כמה אחוזים של כמות זו. ממצא מס' 4: העברת נוטריאנטים למי פני השטח מהמים העמוקים של צפון מפרץ אילת משתנה מעונה לעונה, משנה לשנה. זוהי תופעה טבעית. ממצא מס' 5: עודף חומר אורגני מחוות הדגים מוגבל לשטח קטן יחסית ליד כלובי הדגים; הוא אינו משפיע על השוכות של אילת.

### הערכה של כלובי דגים במפרץ אילת

דוח למשרדי התשתיות הלאומיות, איכות הסביבה והחקלאות

תערוך ע"י צוות המומחים הבינלאומי (IET)

20 בספטמבר 2004

ממצא מס' 6: מגדלי הדגים הקטינו עד עתה את כניסות הנוטריאנטים למפרץ בשיעור של 15% באמצעות נהלי מימשק משופרים.

ממצא מס' 7: אלמוגים ויצורי שוכות נלווים גדלים ומשגשגים ליד הכלובים. קיימת אי הסכמה מסוימת האם הם יכולים להתרבות ולפרוח שם.

ממצא מס' 8: מחלות באוכלוסיות הדגים הטבעיות של צפון מפרץ אילת ובדגי הכלובים הן מינימליות, אבל עלולות להפוך לסיכון פוטנציאלי חמור.

ממצא מס' 9: דוח על מספר מזהמים הידועים כמשפיעים על יצורים ימיים. (מדובר במזהמים שאינם קשורים לכלובי הדגים).

## המלצות צוות המומחים הבינלאומי

המלצה מס' 1: לא להגדיל את הנוטריאנטים הסבעים מחוות הדגים לכל מפרץ אילת. נוטריאנטים במים הזורמים דרך מיצרי טיראן הם המקור הגדול ביותר לנוטריאנטים המפרץ. הנוטריאנטים של חוות הדגים מהווים כיום 2 – 5% של מקור זה.

המלצה מס' 2: על מנת להבין שינויים בנוטריאנטים במפרץ אילת, חייבים לנסר ברציפות מדדים סביבתיים ספציפיים במעמקי המים, ללא קשר לכלובי הדגים. תכנית הניסור חייבת להיות תכנית לאומית המסונפת למערכות הבינלאומיות לניסור האוקיאנוסים.

המלצה מס' 3: להעביר את החקלאות הימית למערכות ביבשה תוך פרק זמן מוגדר בבהירות. במהלך תקופת המעבר חייבים להפעיל אסטרטגיות ספציפיות ומעודכנות למזעור השפעות (מיטיגציות). מימון הולם ובעיתו הדרוש הוא קריטי.

המלצה מס' 4: להחיש פיתוח שוניות אלמוגים מלאכותיות כאמצעי למזעור ההשפעות המקומיות של כלובי הדגים, כמשתלה לאלמוגים הניתנים לשיווק וכלי לימודי ומחקרי.

המלצה מס' 5: לפתח תכנית של צלילות-מכשירים (SCUBA) ברשיון בשוניות המלאכותיות. להגביל בחומרה צלילות-מכשירים תיירותיות בשמורה הטבעית.

המלצה מס' 6: להגדיר רשות ממשלתית לצורך היישום והאכיפה של הנחיות בענייני סביבה ומשאבי טבע.

המלצה מס' 7: להתייחס לאיזמים קריטיים לשוניות, אחרים מאשר כלובי הדגים.



## סיוע בהקמת בריכות מתועשות לגידול דגים על בסיס מי-ים בחבל אילות

החלטת ממשלה מס. 2420 מיום 14.11.10

1. "לתמוך בחברות ערדג ודג סוף... שפעלו בדרום הערבה במפרץ אילת ... והתפנו... התמיכה תהיה באמצעות סיוע להקמת מתקן מסחרי לייצור דגים על בסיס מי ים... שיהווה פתרון תעסוקתי וכלכלי הולם בגין הפגיעה שנגרמה לחברות... באופן שיאפשר ייצור דגים בהיקף כולל של 500 טון לשנה לשתי החברות."

2. "אופן התמיכה

א- להמליץ למינהל מקרקעי ישראל להקצות לחבות קרקע בתחום תב"ע "מכונים ימיים... 28/101/02/2 הנדרש לצורך הקמת מתקן ופיתוח עתידי ככל שניתן...

ב- מתן מענק בהיקף של עד 40% מגובה ההשקעה הנדרשת להקמת המתקן ולא יותר מ 6 מלש"ח סה"כ... מתקציב משרד החקלאות..."

החלטה ממשלה מס. 5291 מיום 19.12.2012

"לתקן את החלטת הממשלה מס' 2429 מיום 14.11.2010, באופן הבא: מתן מענק בהיקף של עד 40% מגובה ההשקעה הנדרש להקמת המתקן, ולא יותר מ 10 מלש"ח סה"כ, שיוקצו בשנים 2013 ו-2014



## פיתוח כלכלי בר קיימא של תחום הביולוגיה והחקלאות הימית באילת

החלטה מספר 4848 של הממשלה מיום 1.7.2012

1. לבחון כלים לפיתוח כלכלי ותעסוקתי בר קיימא של העיר אילת בתחומי הביולוגיה והחקלאות הימית באילת.
  2. להקים וועדת היגוי בראשות מנכ"ל התמ"ת ומשתתפים ממשרדים שונים.
  3. לבחון את הצורך בהקמת מטה פעילות לתוכנית אשר יקדם, יתאם וינחה בתחום הביולוגיה והחקלאות הימית היישומית באילת בנושאים הבאים:
    - ארגוני/מנהלי - תפקוד כ - "one stop shop" עבור חברות ומשקיעים.
    - בתחום התעשייתי - סיוע ליזמים ועסקים קטנים ובינוניים בפיתוח התחום, ייעוץ להפחתת עלויות וסיכונים לעסקים, הצגת תמריצים לעידוד חברות קיימות לפעול באילת.
    - הנגשת מידע - סיוע במתן מידע ע"י אנשי מקצוע המתמחים בביולוגיה וחקלאות ימית
- שר התמ"ת ידווח לראש הממשלה על המלצותיו לצורך דיון בהן ועל המשך הצעדים הנדרשים.

### המלצות וועדת ההיגוי לפיתוח בר קיימא של תחומי הביולוגיה והחקלאות הימית באילת (19 מרץ 2013)

- משרד החקלאות יקים צוות תכנון ראשי להקמת "פארק חקלאות ימית ידידותית לסביבה".
- התכנית תכלול את כל מרכיבי הטיפול במים הנדרשים על מנת לעמוד בדרישות הסביבתיות וישאף להוות מודל ל"חקלאות ימית ירוקה" התורמת לסביבתה.
- תכנית מלאה כוללת להיקף הייצור המתוכנן של 3,000 עד 5,000 טון.



## פרוגרמה של משרד החקלאות 2014 בתחום החקלאות הימית – מתקנים יבשתיים

**המלצה 1:** לבצע הערכה כלכלית-סביבתית לכדאיות גידול דגי ים במערכות יבשתיות כתלות בדרישות סביבתיות, טכנולוגיה ומרחק מהים.

**ההמלצה 2:** יש לאתר ולהסדיר שטחים לחקלאות ימית במתקנים יבשתיים בקרבת החוף באזור מפרץ אילת ובמישור החוף.

**ההמלצה 3:** קידום תכנון והקמת תשתיות להובלה טיפול והחזרת מי-ים באזור מפרץ אילת ובמישור החוף למערכות יבשתיות לגידול דגי ים.

### הודעה לעיתונות

המשרד יבצע, בשיתוף משרד הכלכלה, הערכה כלכלית וסביבתית למתקנים יבשתיים לגידול דגים בדרום הערבה.

על פי תוצאות ההערכה, יפעל המשרד לגיוס צוות מומחים לטובת איתור שטחים למתקנים.

## מכרז – הכנת סקר הייתכנות לפארק לחקלאות ימית ידידותית לסביבה בדרום הערבה – לו"ז

ספרור	הפעילות	התאריך
1	פרסום המכרז בעיתונות, באתר האינטרנט של מינהל הרכש הממשלתי ( <a href="http://WWW.mr.gov.il">WWW.mr.gov.il</a> ), ובאתר משרד החקלאות <a href="http://www.moag.gov.il">www.moag.gov.il</a>	25.12.2014
2	מועד פגש הספקים (השתתפות לא חובה)	יום ה' 15.1.15 בשעה 11:30
3	מועד אחרון להגשת שאלות הבהרה	יום ג' 20.1.15
4	מועד אחרון למתן תשובות (התשובות לשאלות הבהרה תפורסמנה באתר המשרד)	יום ב' 26.1.15
5	מועד אחרון להגשת ההצעות	יום א' 1.2.15 בשעה 12:00
5	מועד מעודכן להגשת ההצעות	יום א' 30.8.15 בשעה 12:00

## מטרה ויעדי העבודה

### בחינת הייתכנות כלכלית סביבתית של פארק חקלאות ימית ידידותית לסביבה בדרום הערבה

#### יעדים

- ריכוז נתונים טכניים וכלכליים על טכנולוגיות הגידול השונות מדוחות וספרות מקצועית
- איתור והגדרת חלופות לשטחים להקמת פארק חקלאות ימית.
- הערכת מגבלות שיווקיות וסביבתיות, ואפיון מגבלות הובלה והחזרת מי-ים.
- בחינת הייתכנות הכלכלית והסביבתית של מיזם חקלאות ימית באזור אילת – דרום הערבה.
- גיבוש המלצות להיקפי ייצור ולמתווה טכני כללי של פארק "רוק" לחקלאות ימית.

## הגדרות

- **העבודה הכלכלית:** ניתוח כלכלי כולל ובהתחשבות בפרמטרים סביבתיים ובמיקום.
- **העבודה הסביבתית/הנדסית:** פרוגרמה לפארק חקלאות ימית ידידותית לסביבה והגדרת התשומות/תפוקות, איפיון הטכנולוגיה לעמידה בדרישות הסביבתיות.
- **העבודה התכנונית:** בחינת חלופות למיקום בין היתר בכפוף לדרישות ולאפשרויות התכנוניות להקמת פארק חקלאות ימית ידידותית לסביבה. בחינת פוטנציאל פיתוח כלכלי. מרכיב נוסף יהיה בחינה והצעת אפשרויות לשיתוף פעולה ויצירת סינרגיה עם גופים ירדנים המעוניינים לקדם פעילות מקבילה בשטח הערבה הירדנית.
- **אחראי מקצועי:** נציגי המשרד מאגף הדיג וחקלאות מים ומהרשות לתכנון, האחראיים על העבודה מול המציע.
- **צוות היגוי:** ועדה מצומצמת, לייעוץ והנחייה בביצוע העבודה התכנונית ושירותי התכנון, שתורכב מנציגי משרד החקלאות ופיתוח הכפר, נציג משרד הכלכלה, ונציגי משרדי ממשלה וגופים ציבוריים שונים, לפי העניין.
- **בעלי עניין:** מכלול של בעלי עניין שכולל, בין השאר, נציגים של משרדי ממשלה וגופים רלוונטיים, לרבות משרד החקלאות ופיתוח הכפר, משרד הכלכלה, משרד הגנת הסביבה, המשרד לשיתוף פעולה אזורי, מועצה אזורית אילות ועיריית אילת, גופים ציבוריים, אנשי מחקר, ארגונים, מגדלים ונציגי תושבים, לפי העניין.

## תוצרי העבודה

- ✓ הכנת פרוגרמה כבסיס להערכה כלכלית וניתוח רגישות לחלופות.
- ✓ בחינת חלופות של שטחים פוטנציאליים.
- ✓ ביצוע ניתוח לתשתיות נדרשות (ובעיקר הובלה ופינוי מי ים).
- ✓ הגדרת שיטות לטיפול במים ודרישות סביבתיות, על בסיס מידע קיים בשוק המסחרי או בגופי מחקר רלוונטים.
- ✓ ביצוע בחינת כדאיות והערכת היתכנות כלכלית.
- ✓ ביצוע ניתוח רגישות כתלות בפרמטרים מרכזיים, לרבות מיקום (מרחק מהים) ודרישות סביבתיות.
- ✓ ביצוע הערכה להיקף תעסוקה והשפעות סוציו-כלכליות חיצוניות.
- ✓ זיהוי חסמים ויעדי מו"פ להמשך הפיתוח, בתחום הפרויקט.
- ✓ זיהוי פעולות נדרשות להמשך פיתוח ושותפים פוטנציאליים ליישום הפרויקט.
- ✓ זיהוי הפוטנציאל לשת"פ עם ירדן והדרכים למימוש.
- ✓ גיבוש המלצות, עריכת החומר והכנת הגשתו לגופים מממנים או משקיעים פוטנציאליים.
- ✓ סיכום ומתן המלצות כלליות.



• אזור החיפוש

• יעד ראשוני

כ 800-1,000 דונם

## מרכיבי התכנית

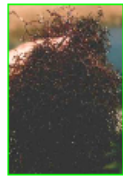


- טכנולוגיות לגידול דגים במערכות מסוחררות.
- שימוש ב BAT שיוצעו על ידי יזמים והעומדות בדרישות הסביבתיות.



- שימוש במתקני טיפול במי יציאה המפחיתים משמעותית את רמות הנוטרינטים, הכוללים מתקני דניטריפיקציה, אצות, צמחים, Watland.

- מערכות משולבות לייצור מוצרי לוואי – קיפודים, צדפות אצות.



## מרכיבי תכנית נוספים



- מערכות חדשניות לגידול אצות



- שת"פ עם ירדן (פארק ישראל ירדן – עריית אילת והמשרד לפיתוח איזורי)

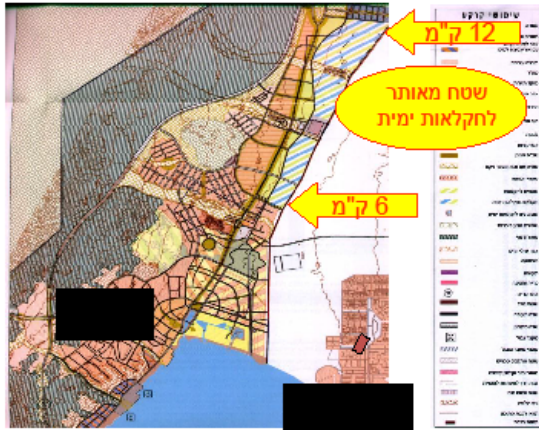


• מערכות גידול דגים ישראליות במכון המחקר בעקבה



# תחזית להמשך פיתוח חקלאות ימית במתקנים יבשתיים – בראיה איזורית

## פיתוח עתידי של דרום הערבה

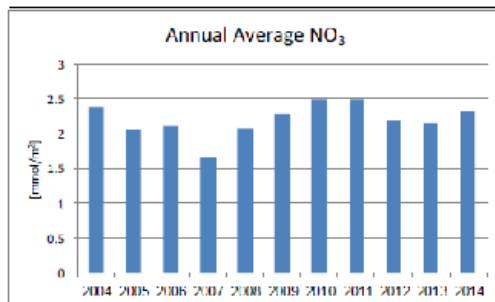


תוכנית שימושי קרקע  
אילת אילות (א. שטרית 1998)

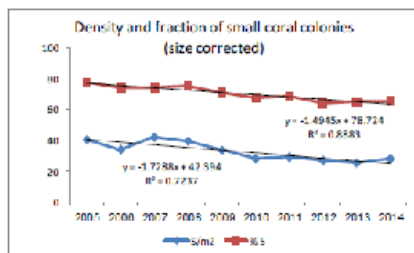


סמטה  
תעלת  
העלמ

## התאמת הטכנולוגיה לתנאים האיזוריים



איור 17: שינויים במצבן הניטראט ( $\text{NO}_3$ ) בעמודות האוויר בחתום A מאז ינואר 2004. לישול: מדידת חדושתית לנכותה ממוצע שנתית



איור 11: לישול שינויים בהתפלגות הסטטיסטית של קבוצות הגודל (מתוקן לנכונות הסטנדרט בחוסר קו) בין האותיות בין השנים 2005-2014. חלוקת הגודלים לפי השפתה הבא: S-Small <math>5 \text{ cm}</math> S-Medium:  $15 \text{ cm}</math> L-Large:  $30 \text{ cm}</math> H-Huge:  $30 \text{ cm}</math; מ.מ. לשפתה שינויים בעקבות המושבות "הטעות" בעתות העריכה (מתוקן לנכונות סטנדרט ומסומן ללשול רבוע).  
Figure D11: Top: Changes in the average size frequency distribution (corrected for transect based count bias) of coral colonies between 2005 and 2014. Size groups are: Small-5 cm; S-Medium: 15 cm; L-Large: 30 cm; H-Huge: 30 cm. Bottom: Changes in the density of "Small" colonies, corrected for bias and normalized to  $\text{km}^2$ .$$$

## ניטור המפרץ - סיכום 10 שנים



## **APPENDIX #4**

### **POWERPOINT PRESENTATIONS BY COMMITTEE MEMBERS**



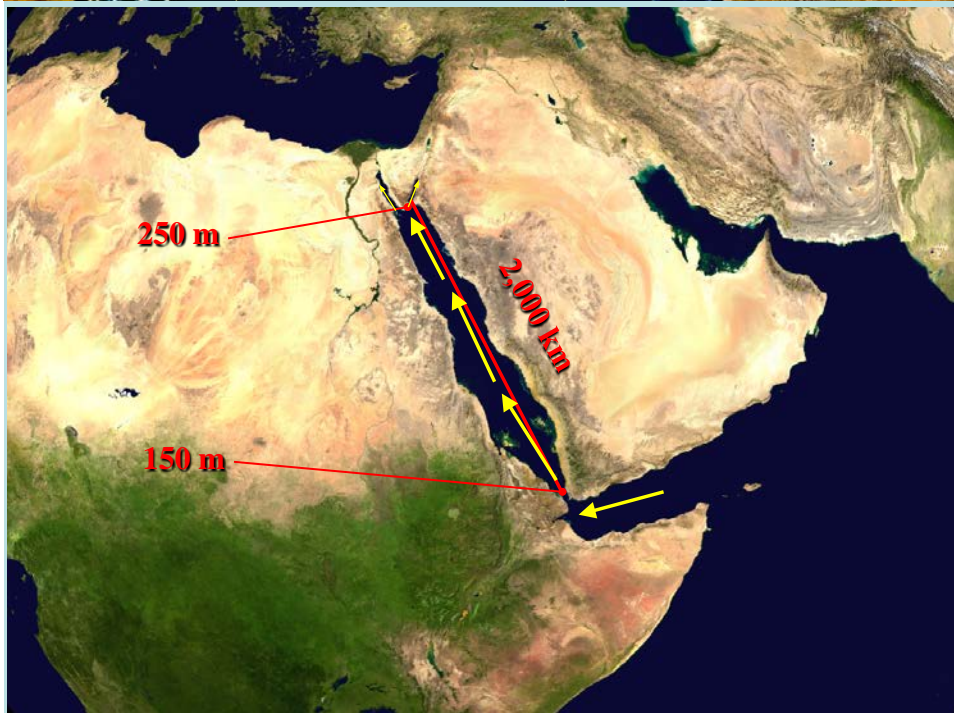
האוניברסיטה העברית בירושלים  
THE HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM

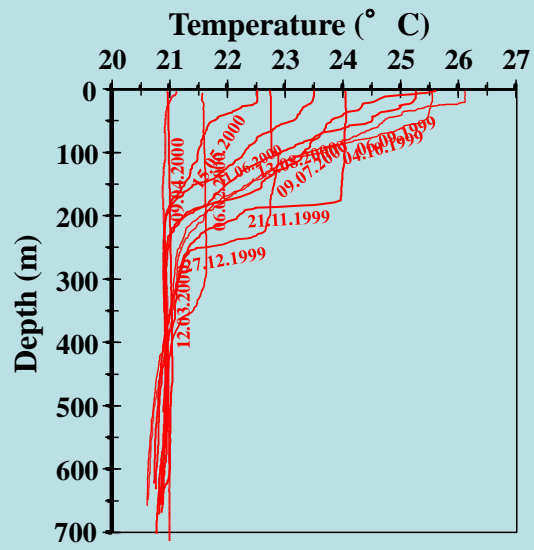
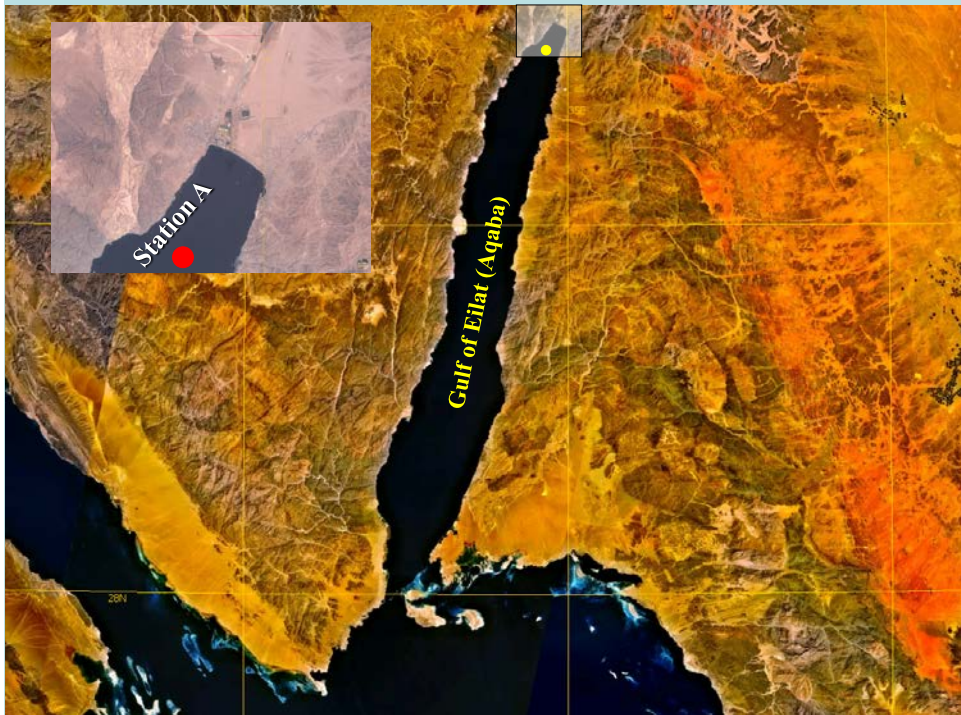
## Long-term Changes in the Gulf of Aqaba - Evidence for Past Eutrophication?

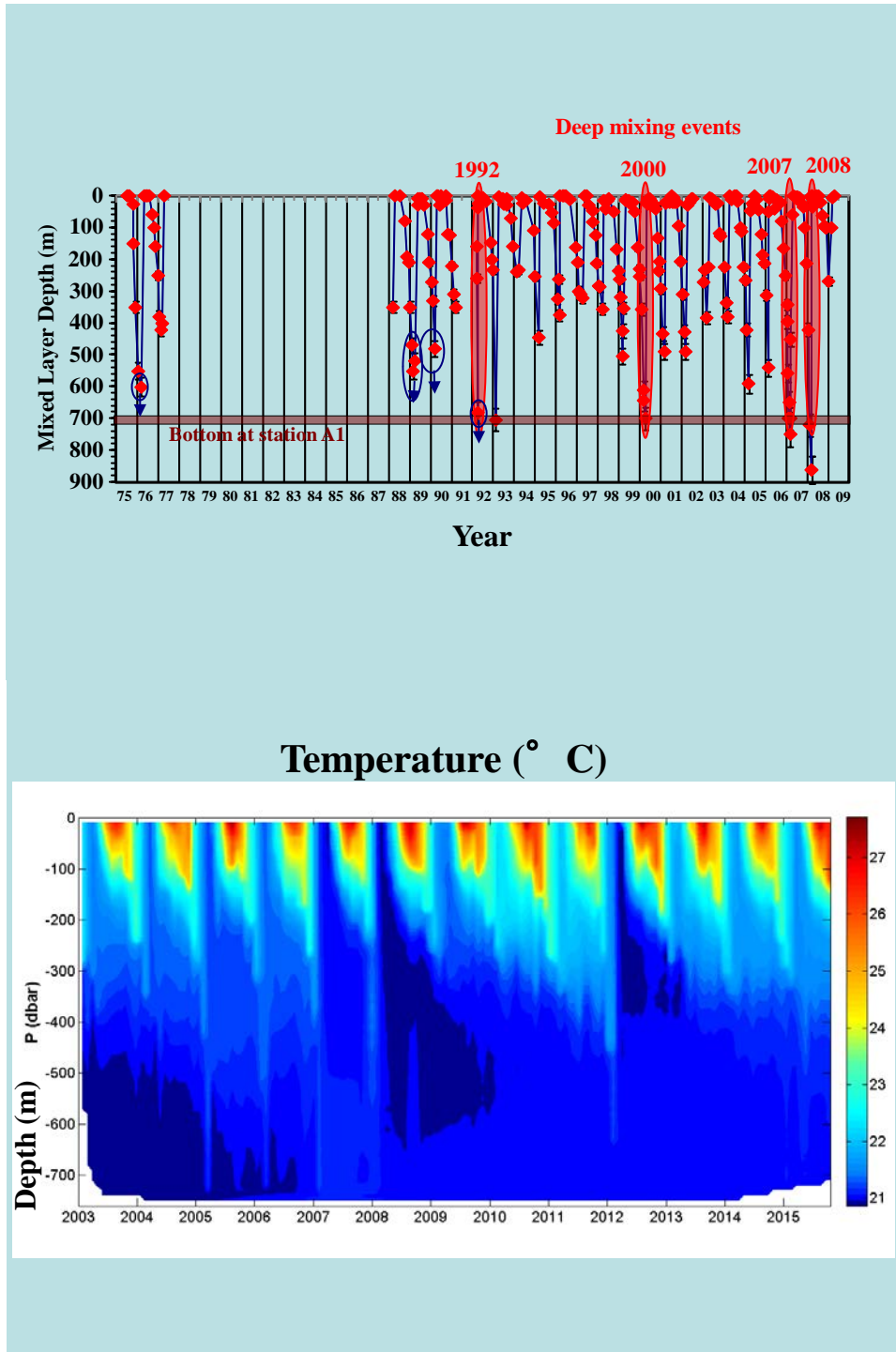
Boaz Lazar, Jonathan Erez, Jacob Silverman

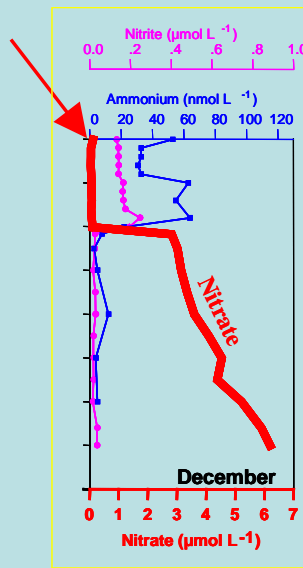
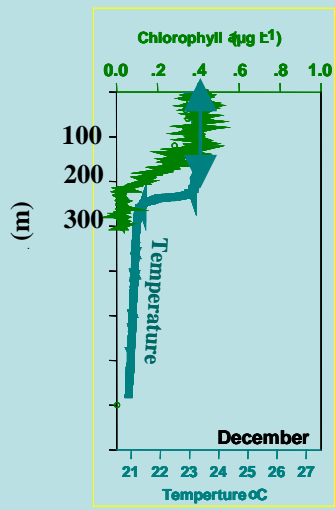
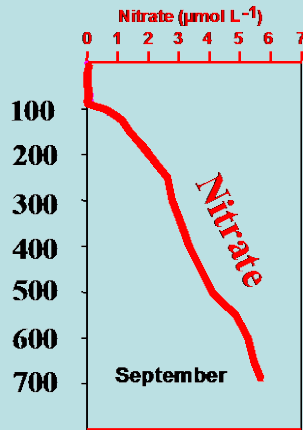
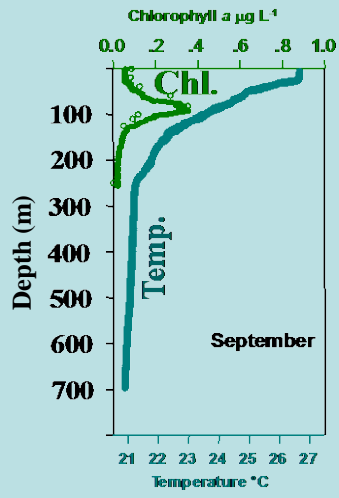
David (Meedar) Efrat, Dadashev Alexander, Genin Amatzia, Haese Clivia, Iluz David, Qutob Mutaz, Yonathan Shaked, Post Anton, Stambler Noga, Luz Boaz, Dubinsky Zvy, Tilzer Max, Drey Murielle, Jan-Baptist Carioe, Rivlin Asaph, Rivlin Tanya, Shem-Tov Rachamim

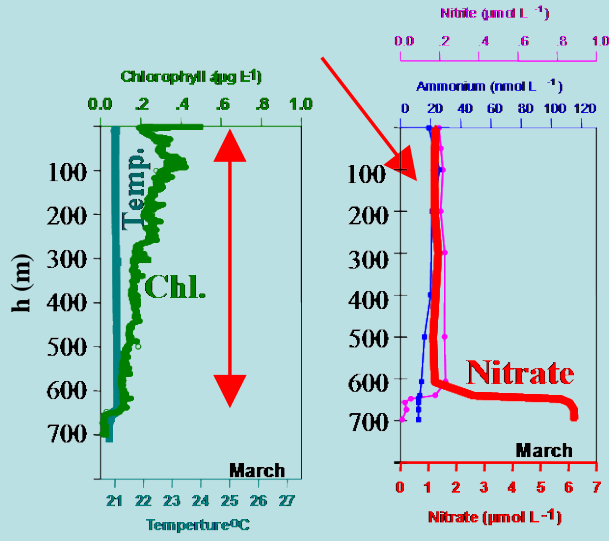
DCPE (ISF), REEFLUX (BSF), RSP (BMBF), RSMPP (US-AID), FAST TRACK (US-AID)  
NMP

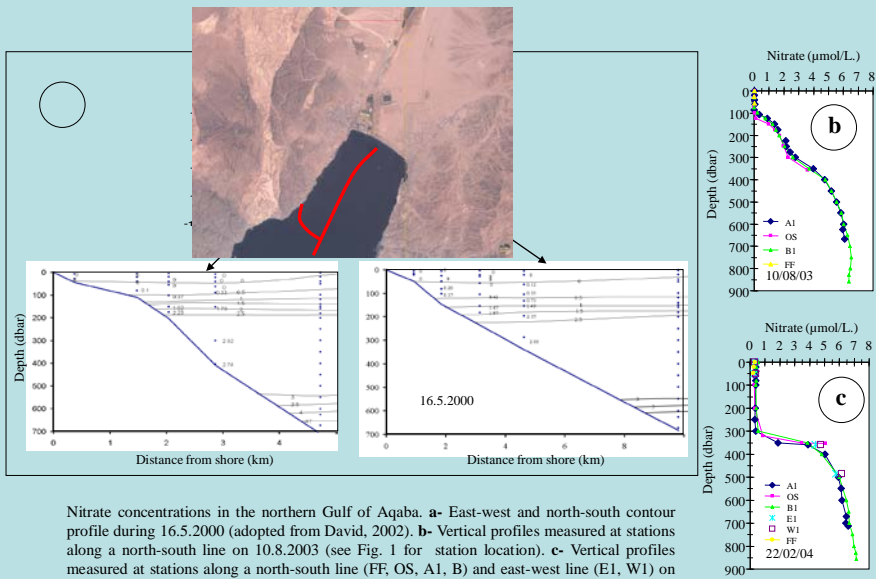
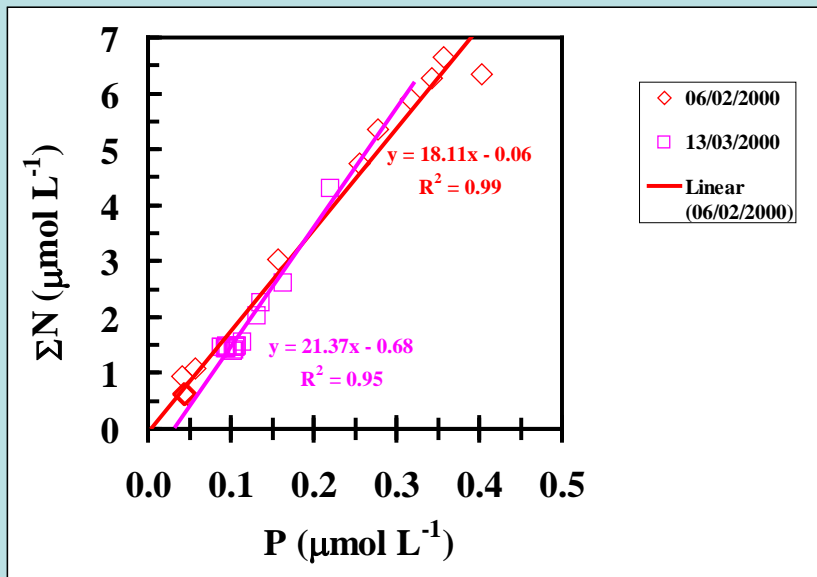






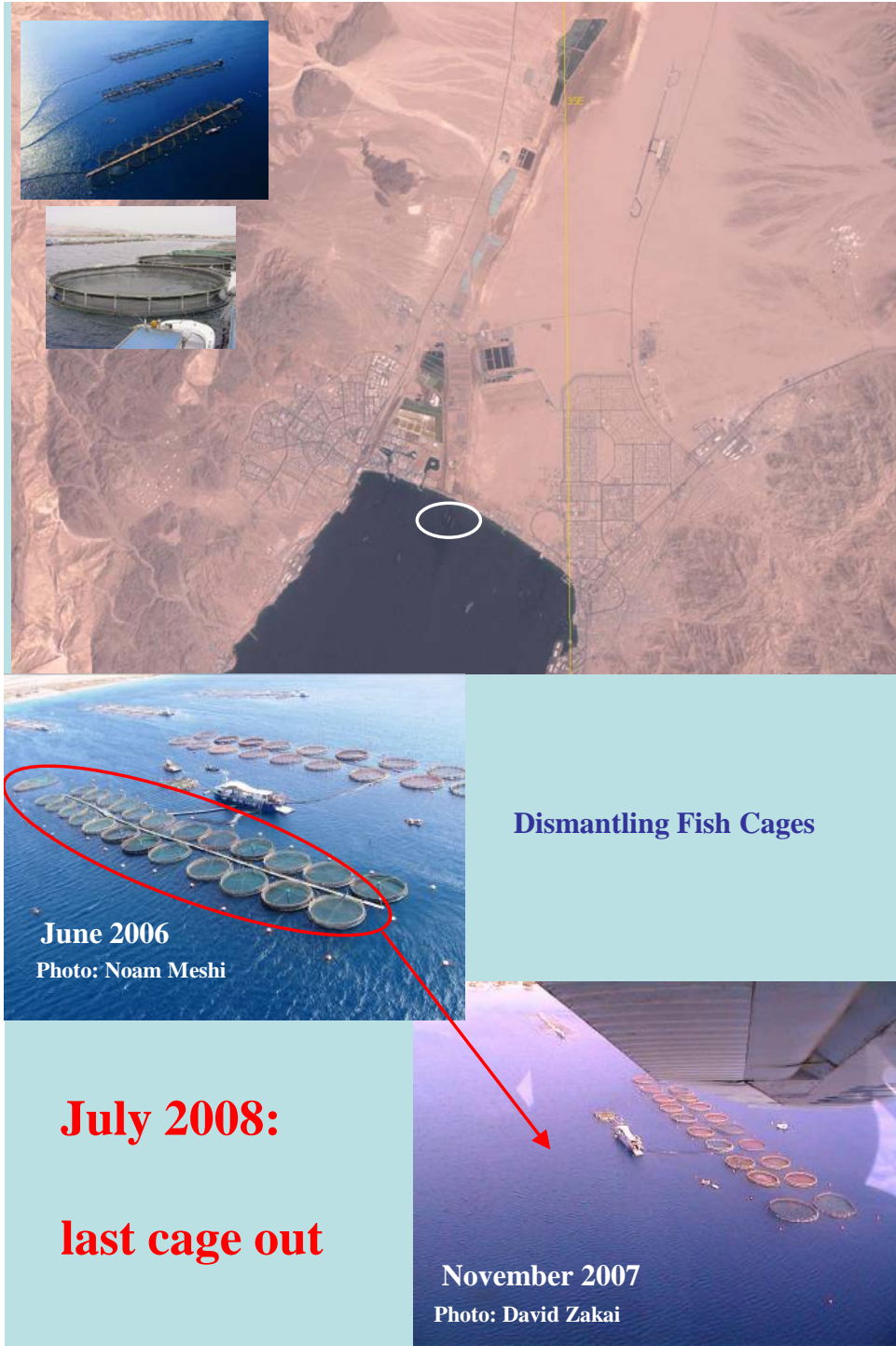




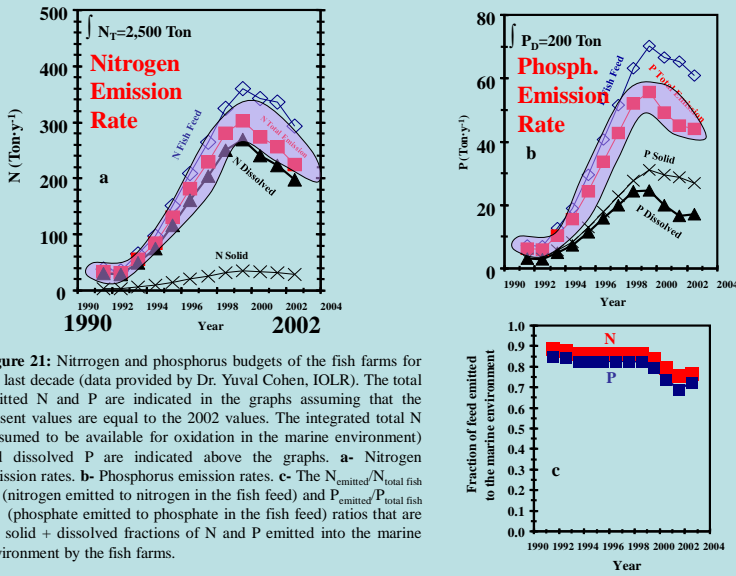


Nitrate concentrations in the northern Gulf of Aqaba. a- East-west and north-south contour profile during 16.5.2000 (adopted from David, 2002). b- Vertical profiles measured at stations along a north-south line on 10.8.2003 (see Fig. 1 for station location). c- Vertical profiles measured at stations along a north-south line (FF, OS, A1, B) and east-west line (E1, W1) on 22.2.2004. Note that during the last four years (represented by the data in this figure) no nutrient gradients were observed from the northern tip to station B1, some 20 km southward of the North Beach along the main axis of the Gulf. This indicates homogenous horizontal distribution within the northern gyre of the Gulf of Aqaba..

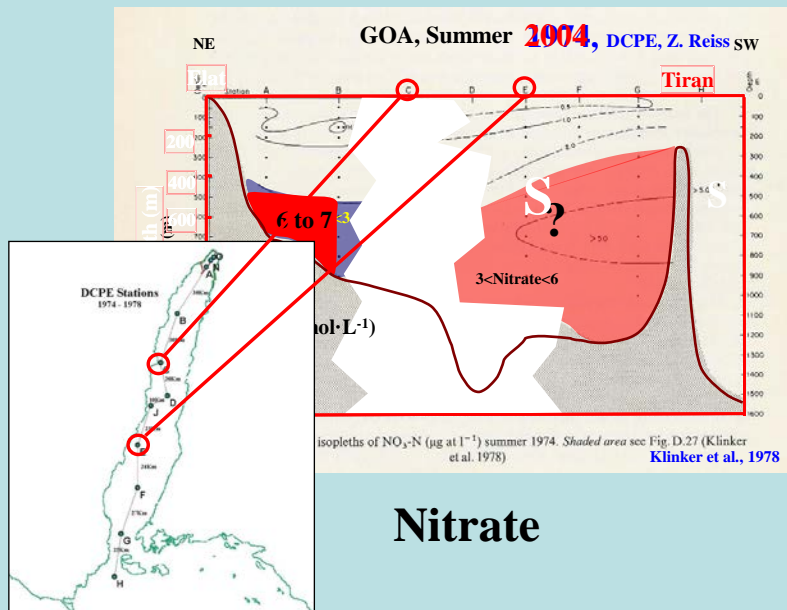




Equals to 2% - 5% of the annual N flux through the Straits of Tiran



**Figure 21:** Nitrogen and phosphorus budgets of the fish farms for the last decade (data provided by Dr. Yuval Cohen, IOLR). The total emitted N and P are indicated in the graphs assuming that the present values are equal to the 2002 values. The integrated total N (assumed to be available for oxidation in the marine environment) and dissolved P are indicated above the graphs. **a-** Nitrogen emission rates. **b-** Phosphorus emission rates. **c-** The  $N_{\text{emitted}}/N_{\text{total fish feed}}$  (nitrogen emitted to nitrogen in the fish feed) and  $P_{\text{emitted}}/P_{\text{total fish feed}}$  (phosphate emitted to phosphate in the fish feed) ratios that are the solid + dissolved fractions of N and P emitted into the marine environment by the fish farms.



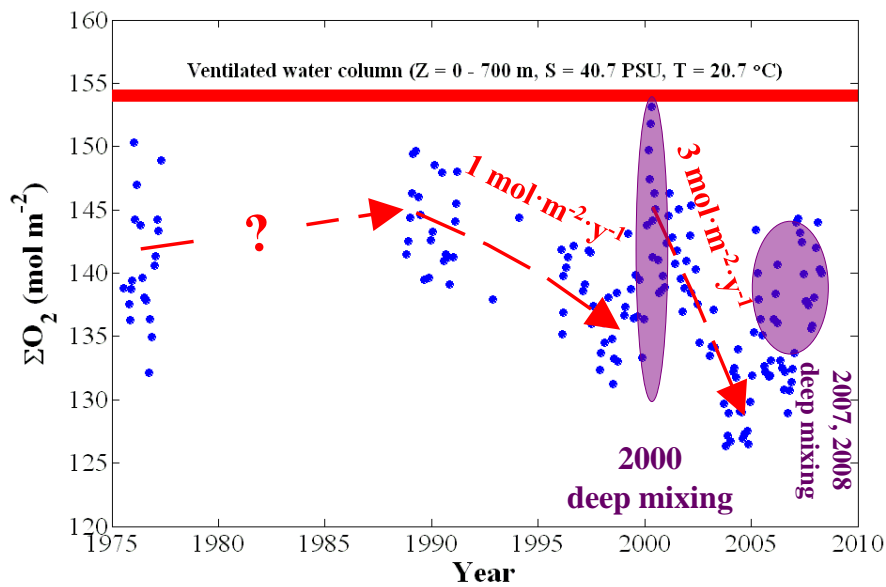
## The northern basin: 2000's nutrient levels

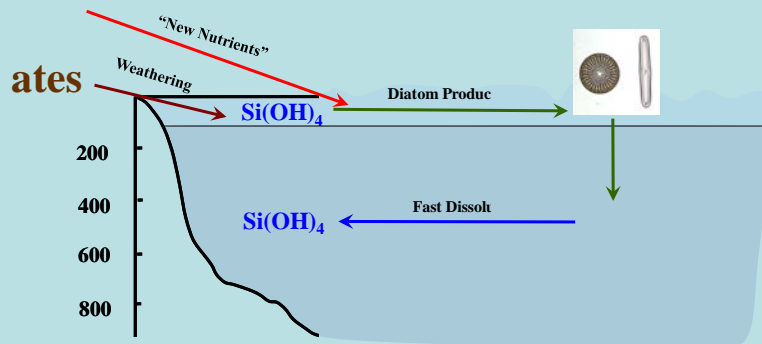
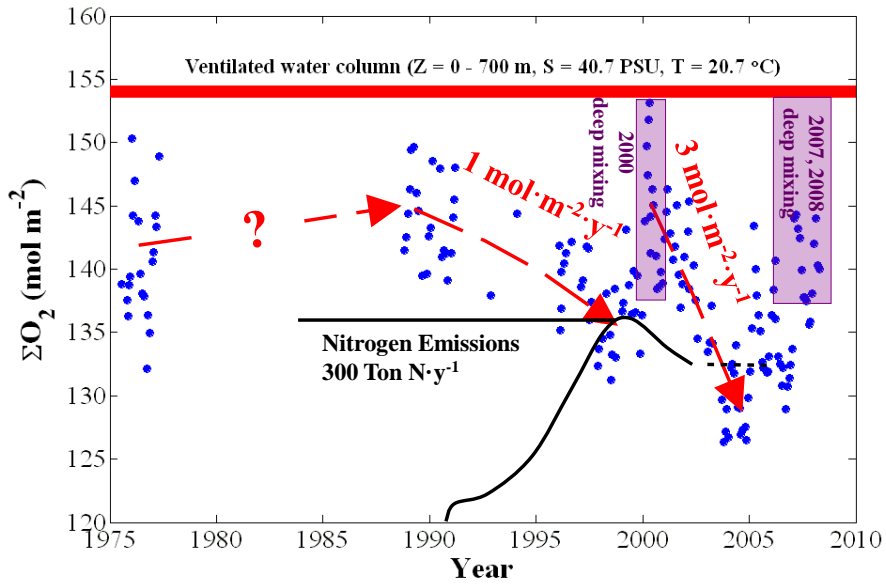
>

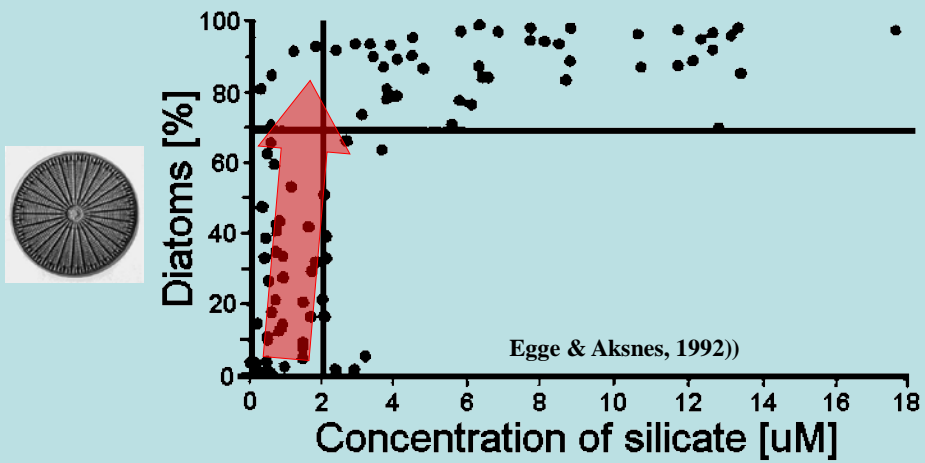
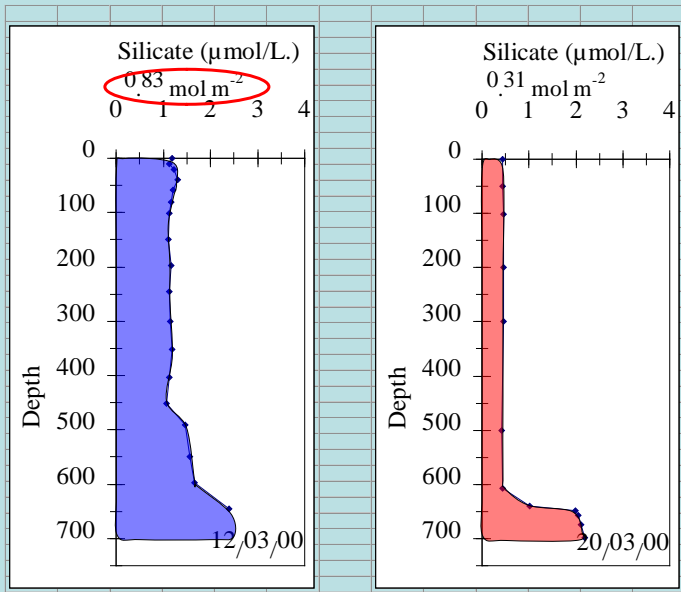
## 1970's nutrient levels

## The mixing event of 2000

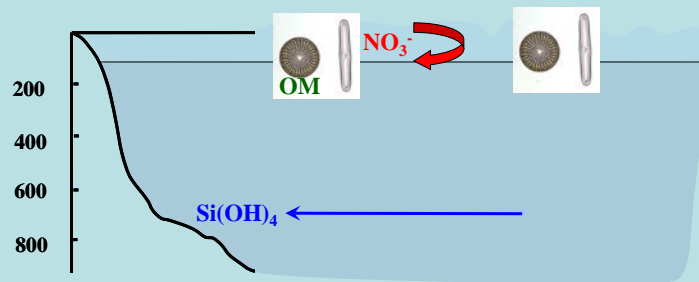
### Dissolved Oxygen inventory





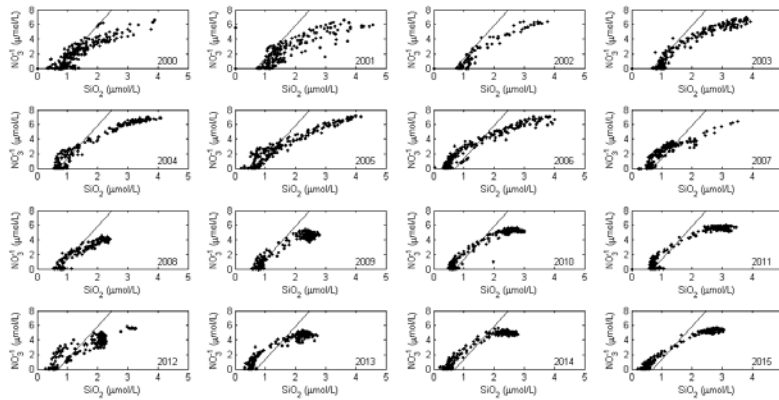
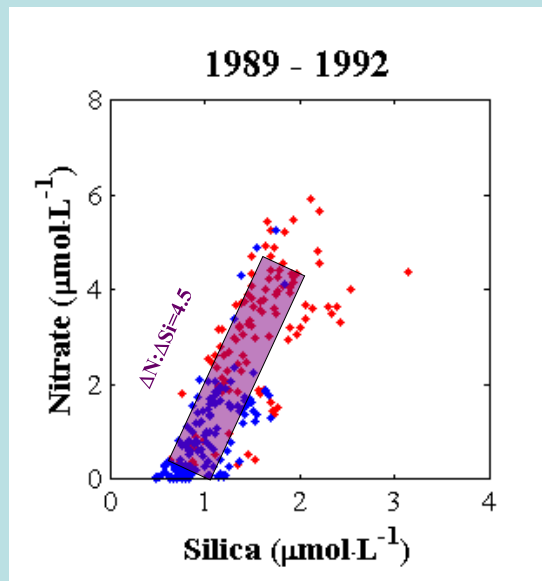


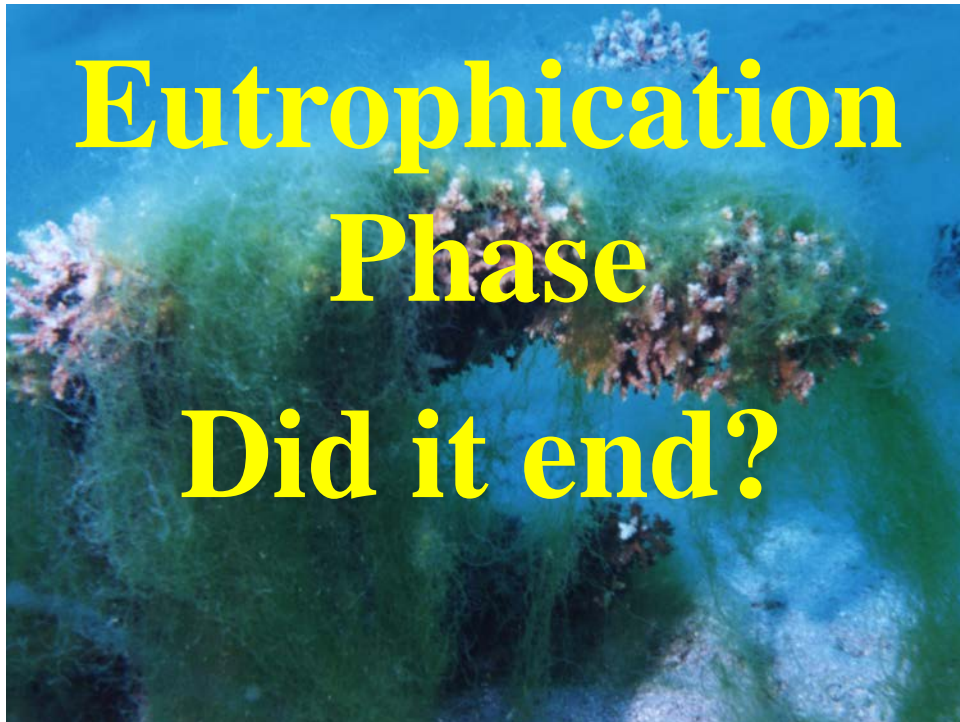
**Diatoms: potential to dominate  
at silicate  $\geq 1.5 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$**



**Increase in deep water silica  
suggests  
population shift to diatoms  
and  
increase in N and P input  
“Short Range” trap**

**What is the current situation?**





**Should we  
return to the nutrients emission  
levels  
of the 2000's?**



## The general circulation in the Gulf of Eilat

Hezi Gildor

The Institute of Earth Sciences  
The Hebrew University

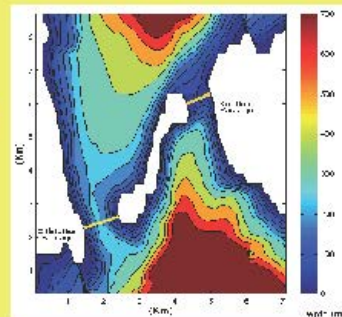
Acknowledgments:  
Dan Carlson, Eli Biton, NMP, Red-Dead project

## The Gulf of Eilat/Aqaba

- NE Red Sea
- 180 km long
- 5-25 km wide
- Deep (max > 1800 m)
- Sub-Tropical
- Marginal Sea



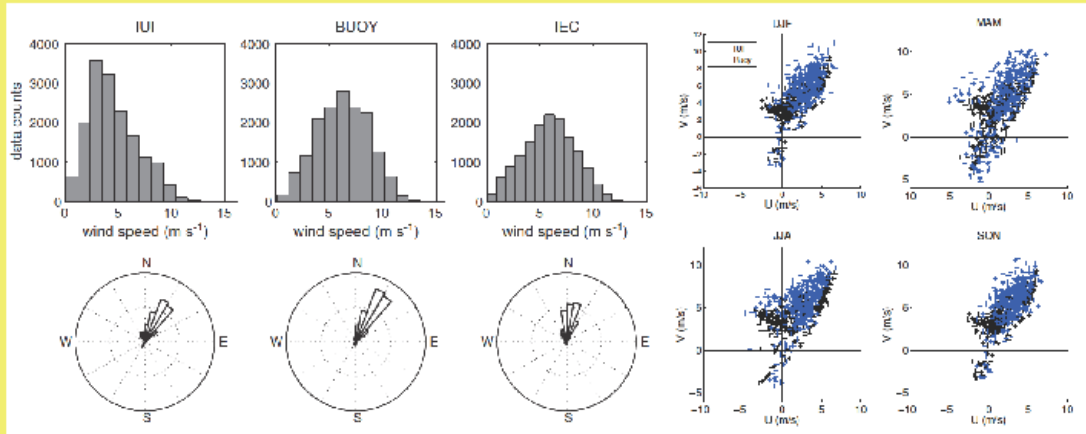
Tiran Strait:  
depth ~260 m;  
width ~ 1.2 km.



## Atmospheric conditions

Net evaporation  $\sim 2$  m/year.

Winds are primarily northerlies (along gulf)

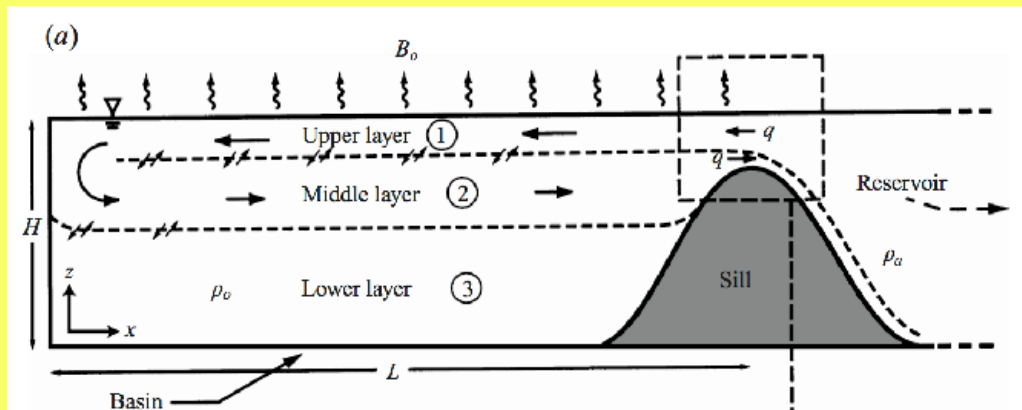


Afargan and Gildor, 2015

## The circulation is driven by:

1. Tides
2. Wind stress
3. Heating and cooling
4. Evaporation and precipitation
5. Connection with the Red Sea

## Inverse-estuary circulation paradigm



*Finnigan and Ivey, 2000*

**Exchange flow / Advected heat:** High during spring, low during fall-early winter.

## Temperature and density profile

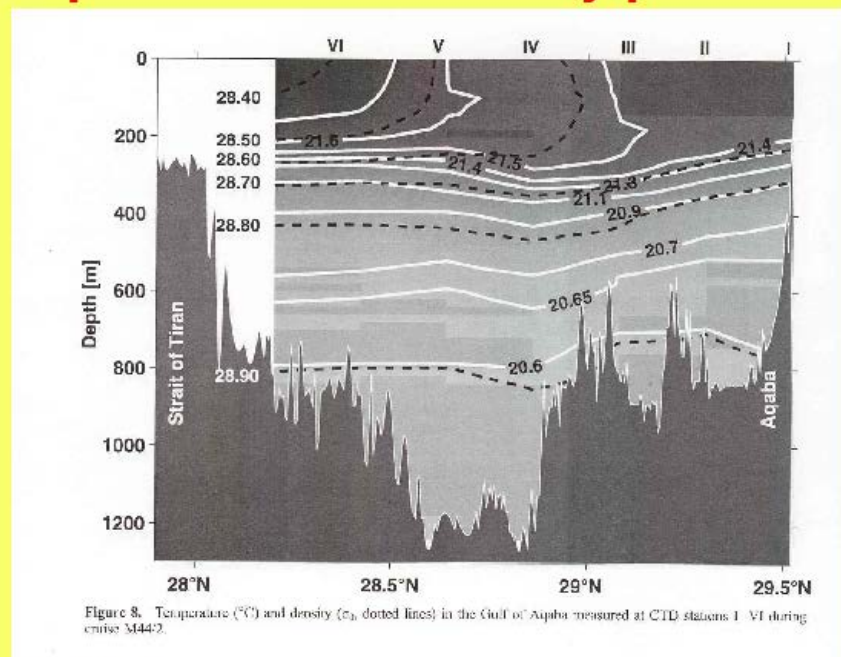
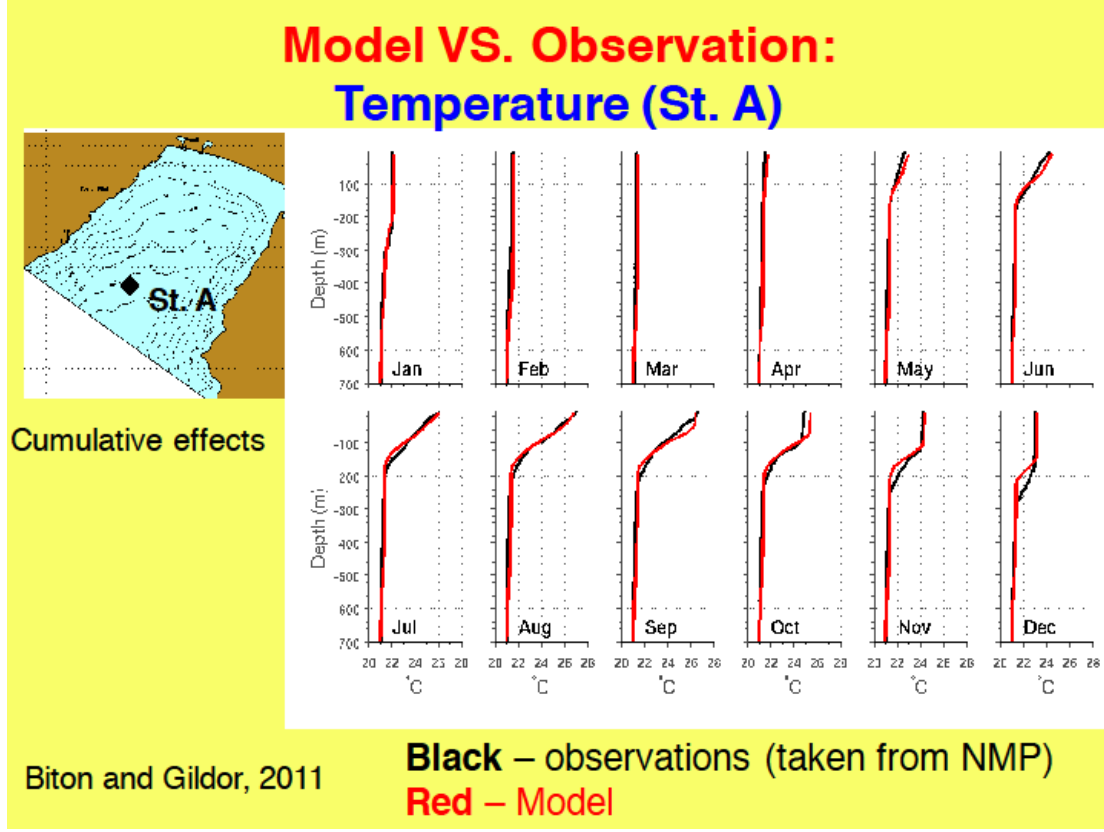
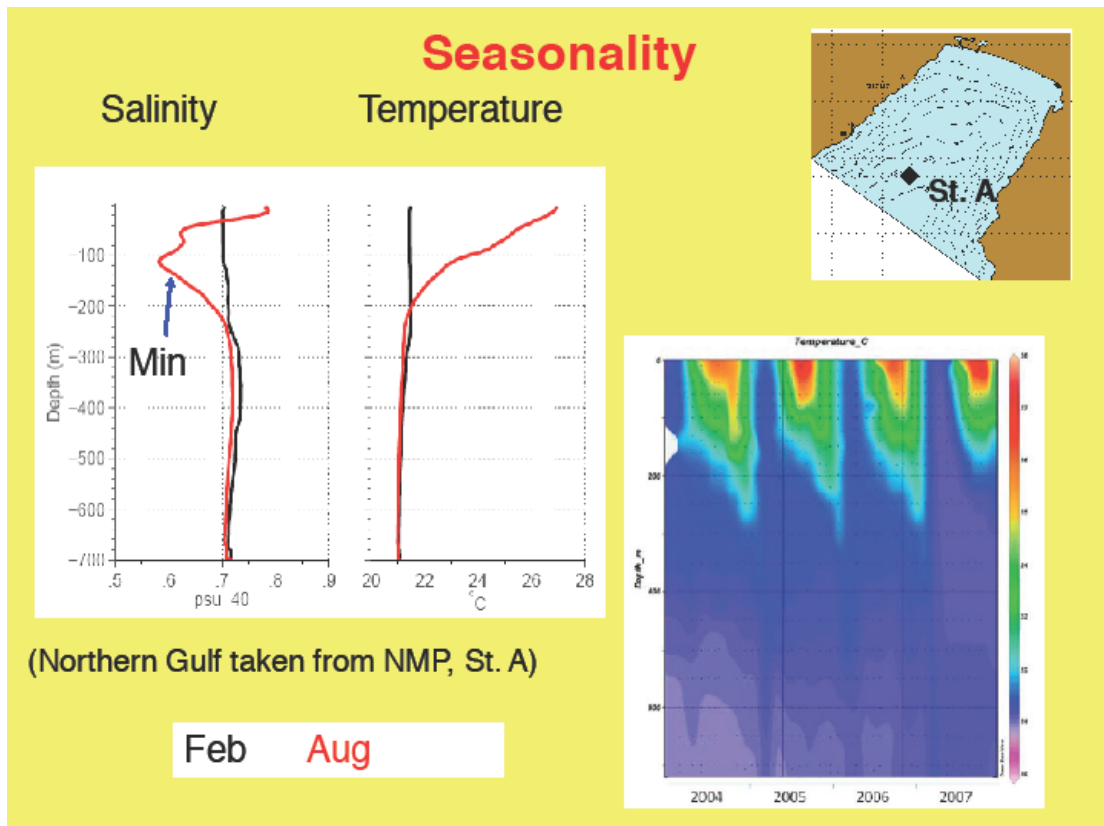
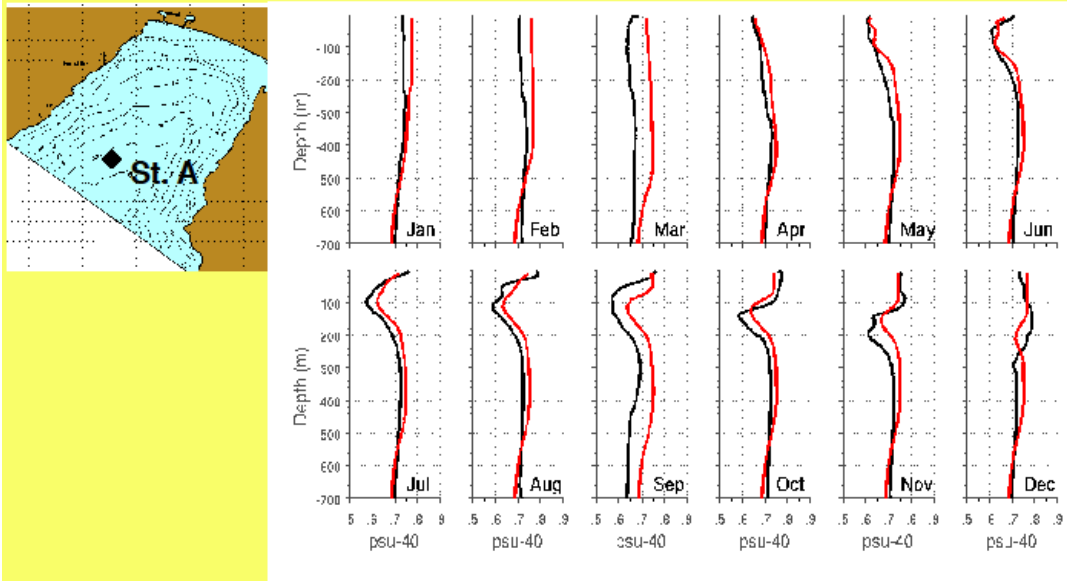


Figure 8. Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and density ( $\sigma_t$ , dotted lines) in the Gulf of Aqaba measured at CTD stations I–VI during cruise M442.

*Plahn et al., 2002*

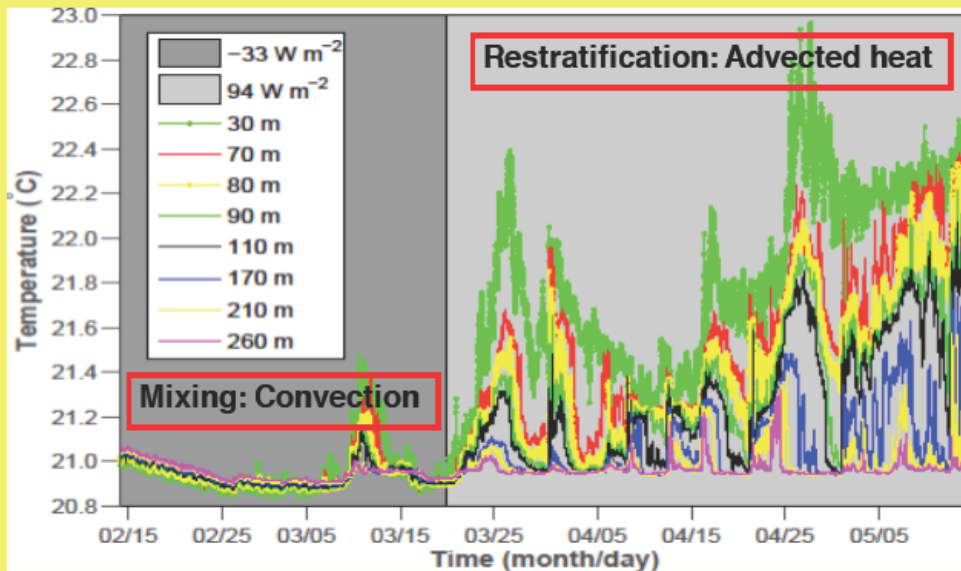


## Model VS. Observation: Salinity (St. A)



Biton and Gildor, 2011 **Black** – observations (taken from NMP)  
**Red** – Model

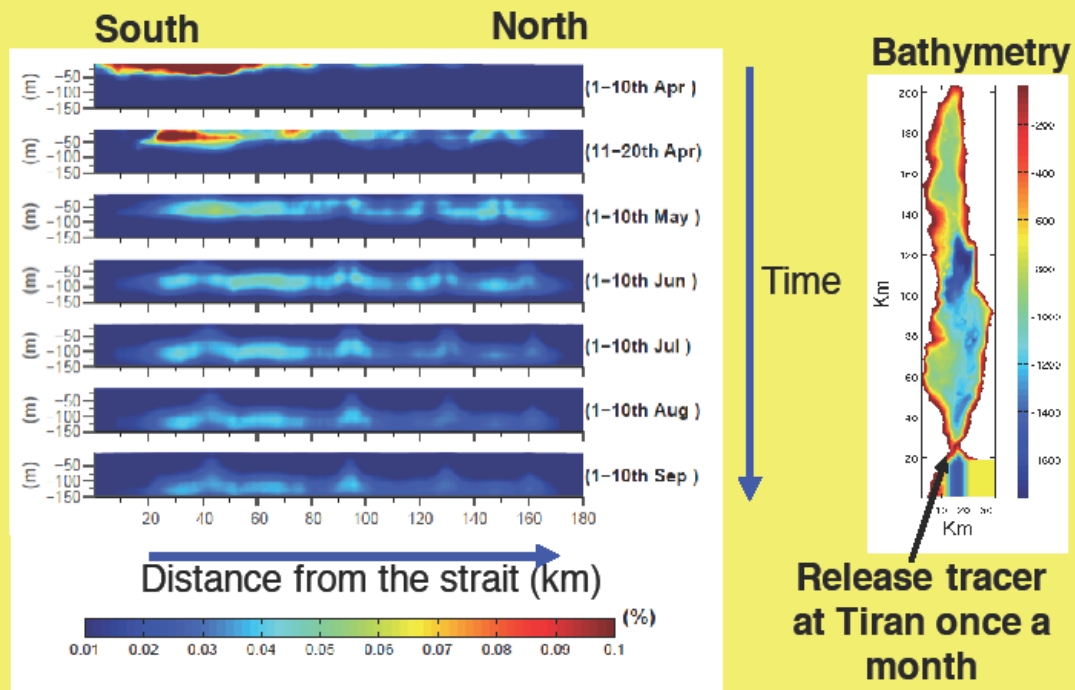
## Temperature at constant depths: northernmost Gulf February-May 2008



Sharp increase in temperature must be advection of new watermass

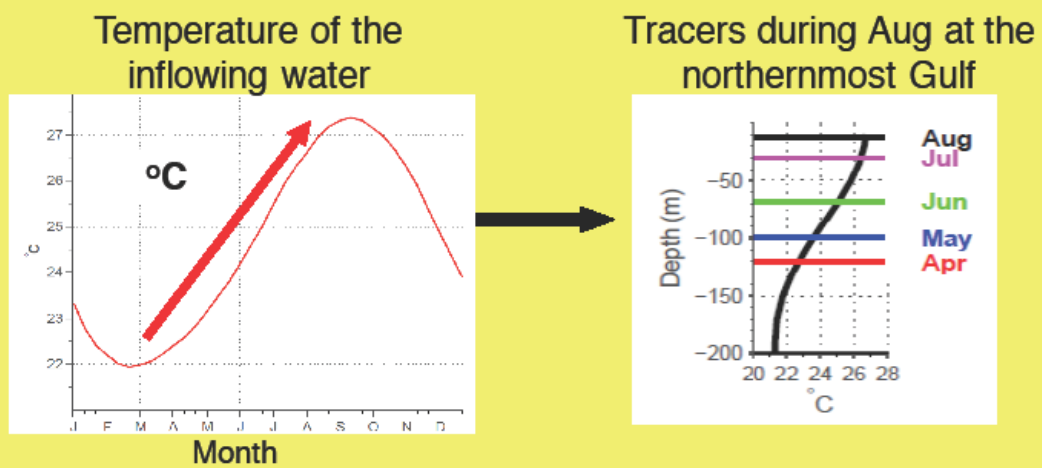
Biton and Gildor, 2011

## Restratification: layer over layer



Biton and Gildor, 2011

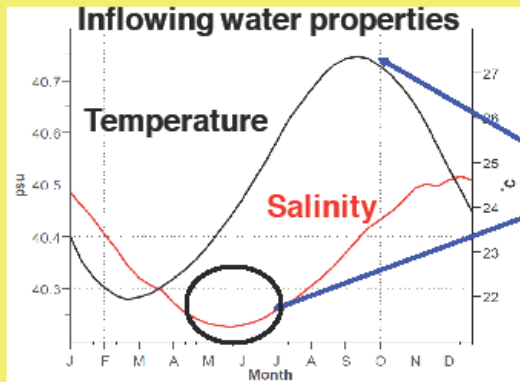
## Restratification: Temperature



Red Sea inflowing water gradually reconstructs the stratification in the surface layer with increasing temperatures.

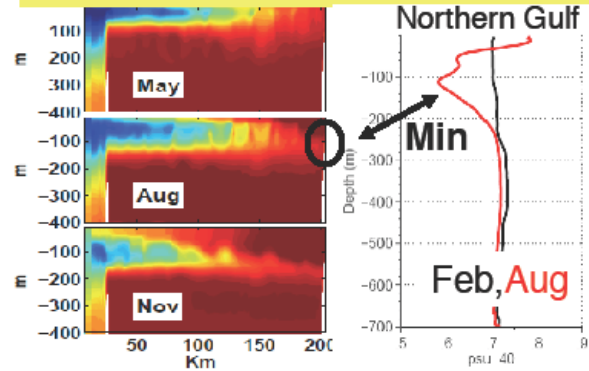
Biton and Gildor, 2011

## Evolution of the salinity minimum



Note: Min salinity during May and Max temperature during Sep

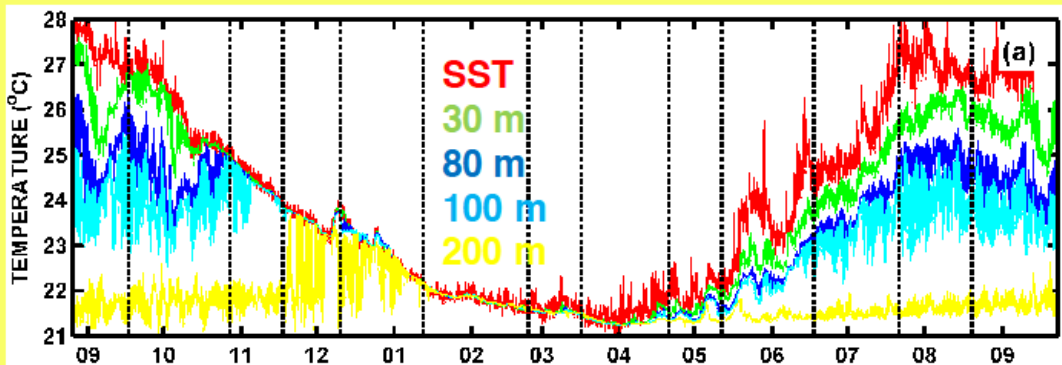
### Monthly zonally averaged salinity



**Apr-Aug:** Northern Red Sea inflowing water builds the salinity minimum.

Biton and Gildor, 2011

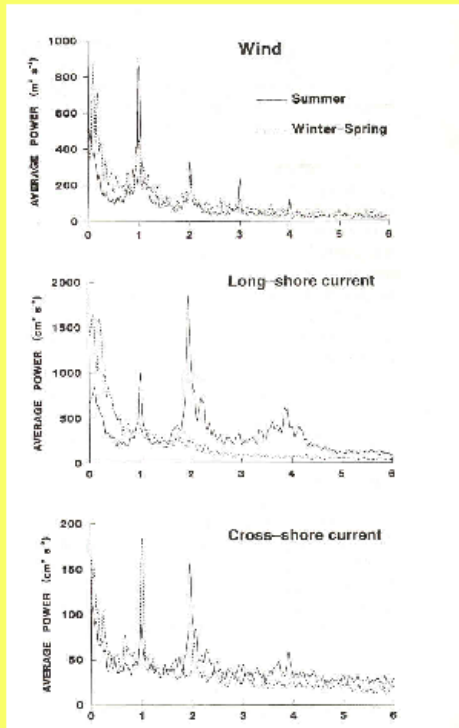
## Complete annual cycle



- Cooling of surface water and formation of mixed layer in Fall/Winter
- Restratification in Spring/Summer
- Large amplitude variability in Fall
- Episodic pulses of warm water in Spring

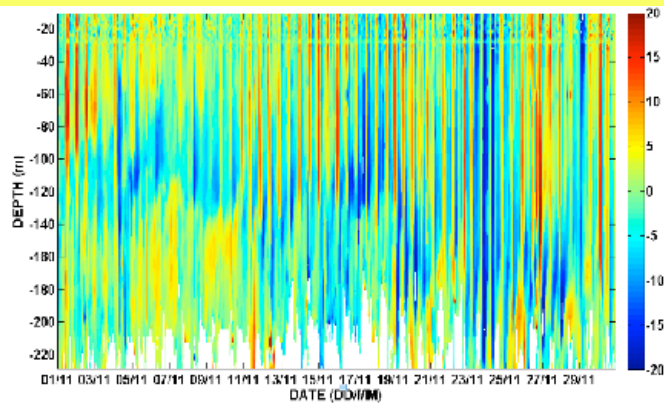
Carlson et al., 2014

## Tidal component

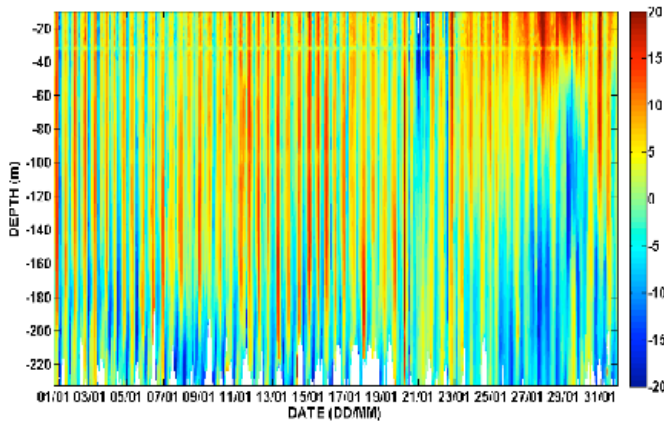


- ◆ Semi-diurnal peak dominates the during summer but is absent in winter

Genin and Paldor (1998)



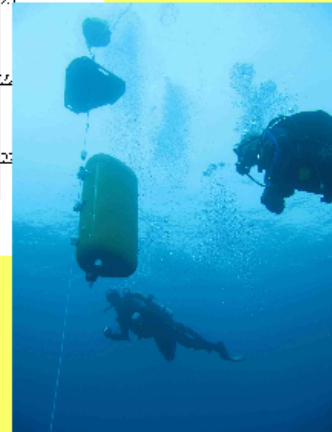
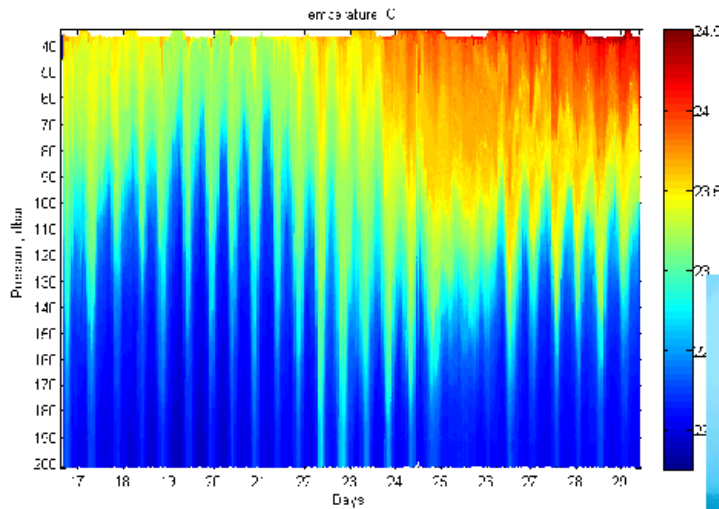
Long-term mooring demonstrates the existence of tidal signal throughout the year



Carlson et al., 2012

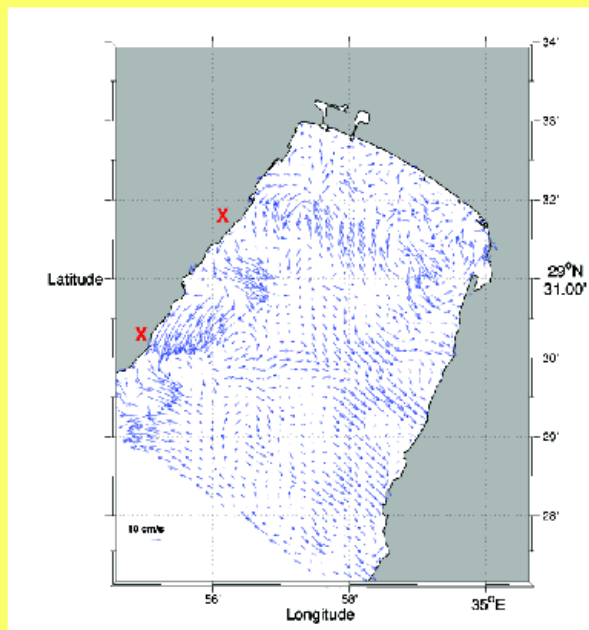


## Internal waves in Eilat



Carlson et al., 2014

## Barriers to horizontal mixing in the Gulf of Eilat



HF radar enables to observe ocean currents at *unprecedented spatial & temporal resolutions*

Flow field seems energetic and complex.

Typical speed - 15 cm/s

Dominant tidal cycle - M2



Expect full mixing within a day or two.

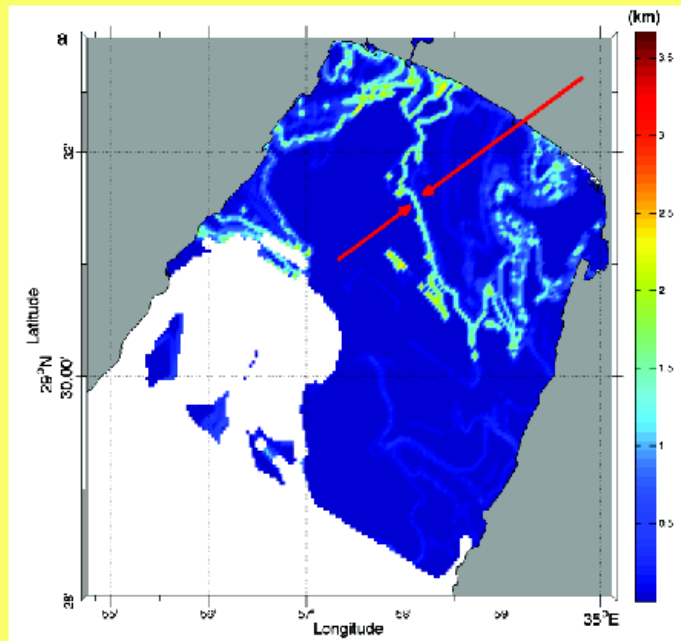
Gildor et al., 2009

## Results of Lagrangian particle calculation: Relative dispersion after 36 hours, 2-4 Feb, 2006

Local high relative dispersion along bright lines

Overall: very non uniform dispersion

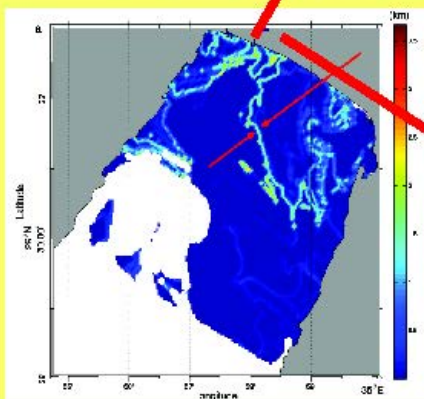
Gildor et al., 2009



Aerial photographs showing the existence of persisting barriers to mixing



Feb. 3, 2006



Gildor et al., 2009

## Aerial photographs: persisting barriers to mixing

After two days, Feb. 5, 2006

Spatial variations of the relative dispersion and the Lyapunov exponents seem to explain the observed sharp front. This implies non-uniform mixing, unlike what most models use ...

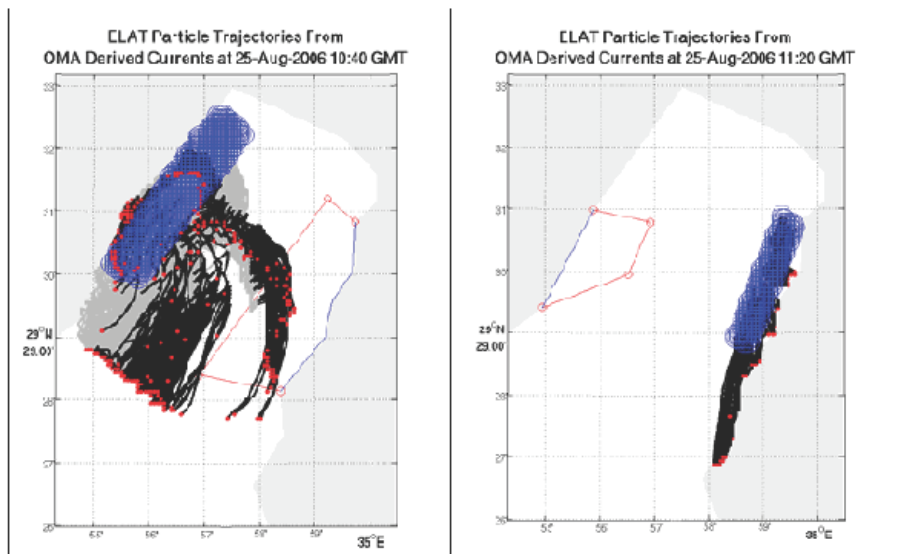
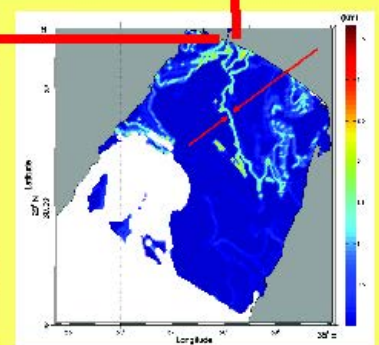


Figure 2-23 Trajectories of virtual particles calculated based on the surface currents measured by the HF radar for few occasions during August 2006.

Gildor, Red-Dea report

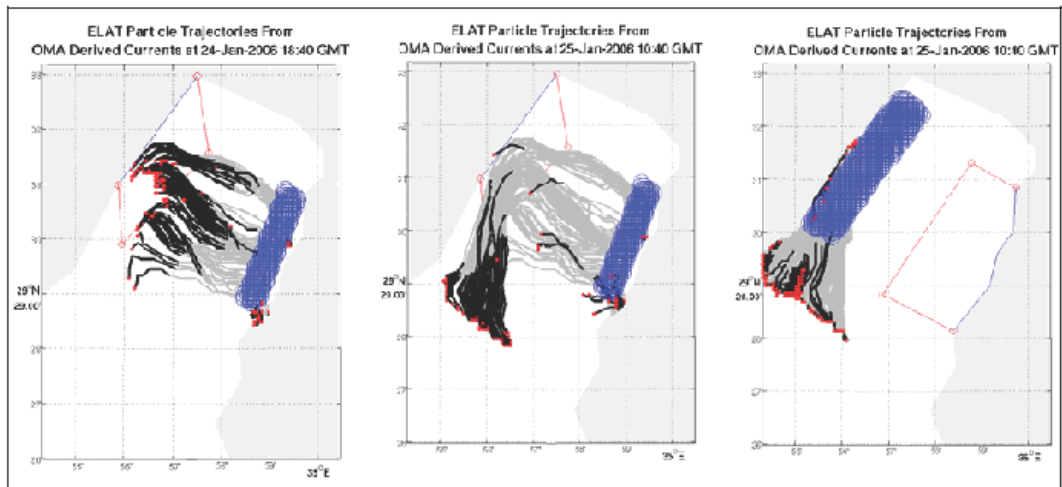


Figure 2-22 Trajectories of virtual particles calculated based on the surface currents measured by the HF radar for few occasions during January 2006.

Gildor, Red-Dea report

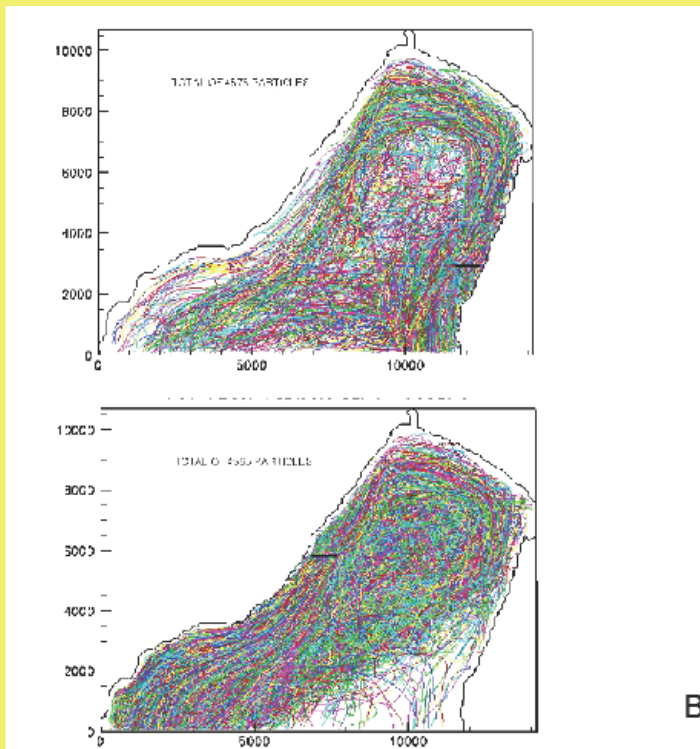
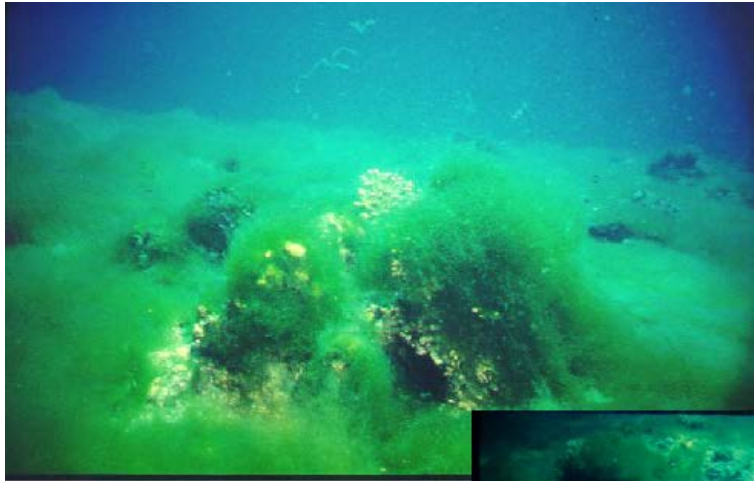


Figure 4-36 Simulated trajectories (96 hr long) of particles released once every 6 hrs along the eastern (top panel) and western (bottom panel) coasts at the 0-60 m depth layer in August 2010. The black segments show the position of the particle source transects.

Brenner, Red-Dea report



אמציה גנין ויוני שקד  
המכון הבינאוניברסיטאי באילת  
תכנית הניטור הלאומית של מפרץ אילת

## העשרה בחומרי דשן – תהליך הרסני לשוניות אלמוגים

**Catastrophes, Phase Shifts, and Large-Scale Degradation of a Caribbean Coral Reef**  
Trevor M. Hughes

Over the past decade, Caribbean coral reefs have been degraded at rates that are unprecedented in the history of the world. Through a combination of human and natural factors, the reefs are being degraded at rates that are unprecedented in the history of the world. Through a combination of human and natural factors, the reefs are being degraded at rates that are unprecedented in the history of the world.

**Overfishing (1900 to Present)**

Overfishing has led to a decline in the number of fish and other marine organisms on the reef. This has led to a shift in the balance of the reef, with algae and other organisms becoming more dominant. This has led to a decline in the health of the reef.

Fig. 1. Percentage of coral cover on a Caribbean reef from 1900 to 2000. The graph shows a steady decline from approximately 80% in 1900 to about 10% in 2000.

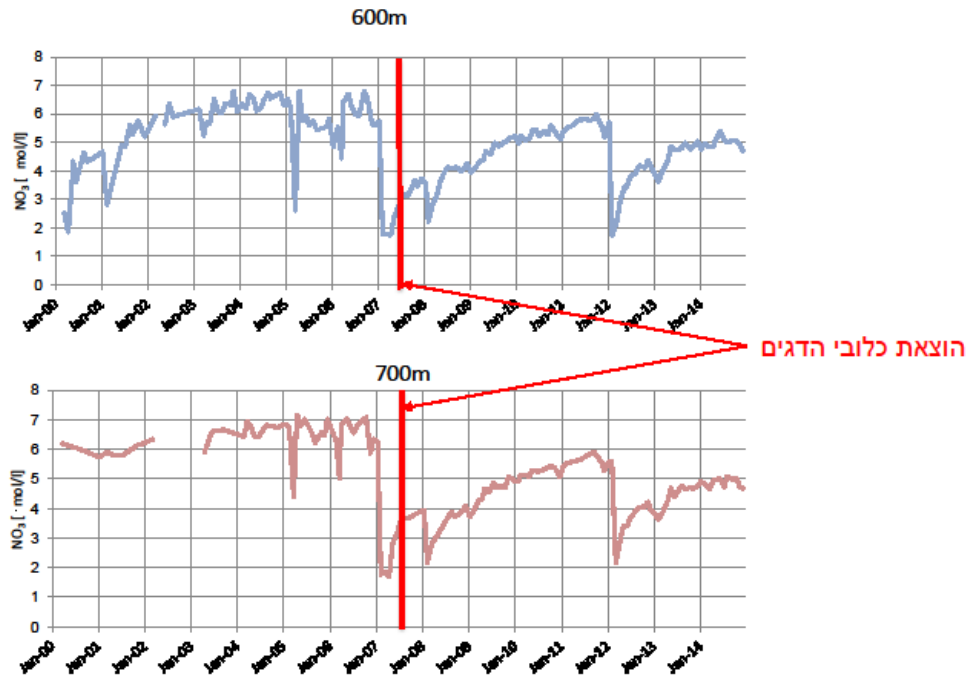
## דוגמאות מהעולם

The collage consists of six photographs arranged in a 2x3 grid. The top row shows healthy coral reefs with vibrant colors and complex structures. The middle row shows coral reefs with increasing amounts of brown and green algae cover. The bottom row shows coral reefs that are almost entirely covered in algae and have lost their original structure.

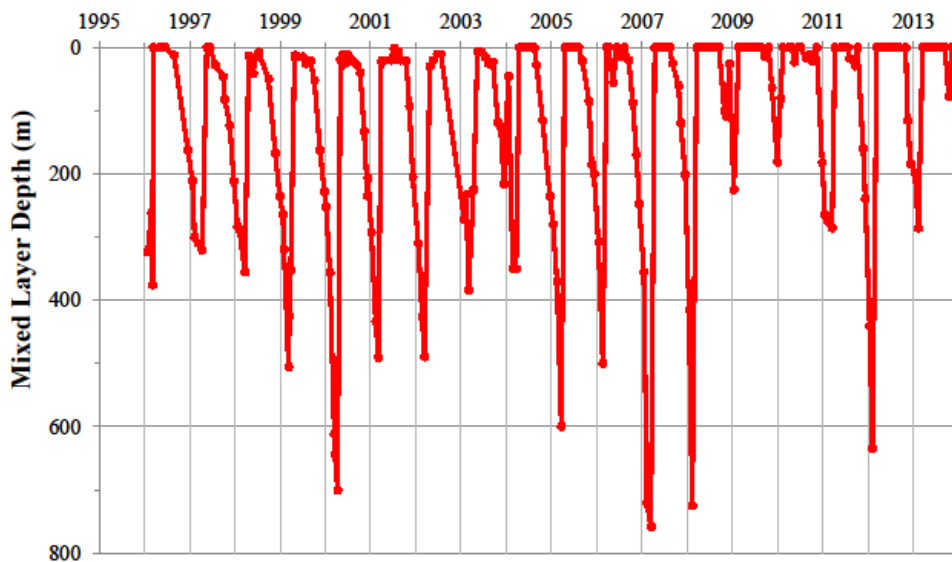
## ייצור דגים בכלובים ושיפעת האלמוגים בשונית

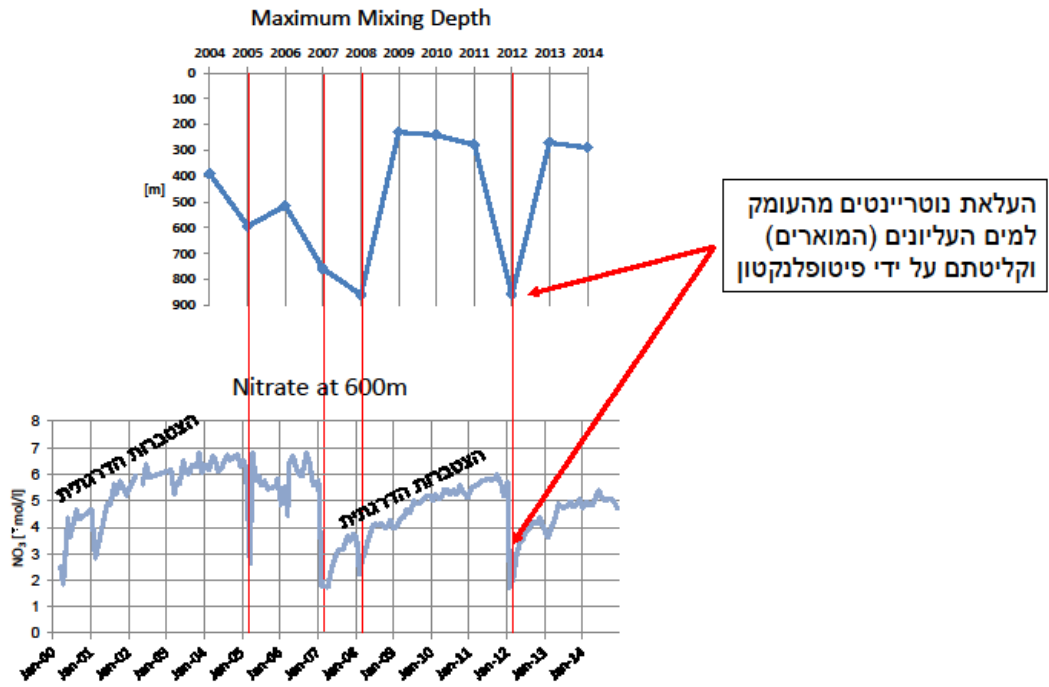


## ריכוז נוטריינטים במי העומק

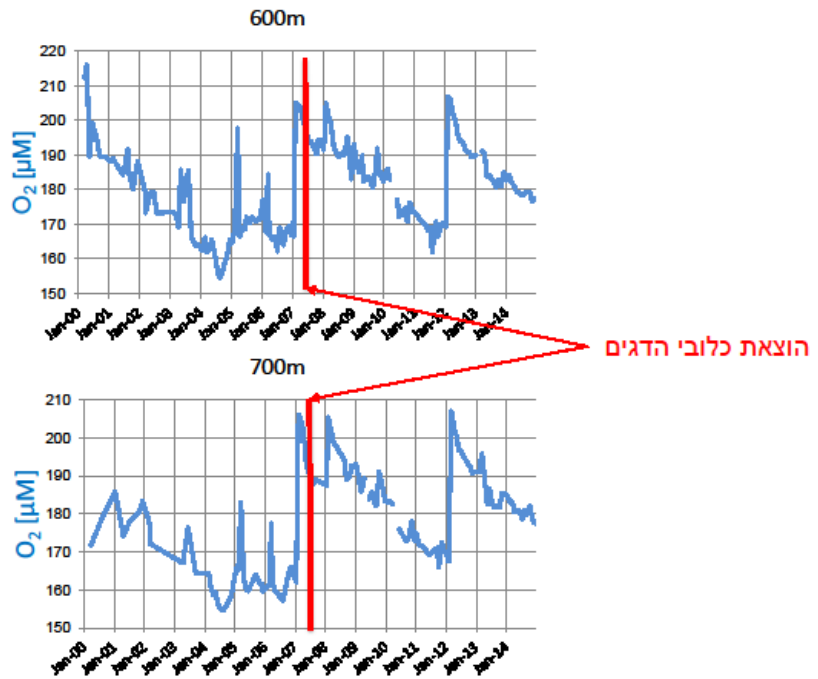


## עומק הערבוב האנכי בתחנה A



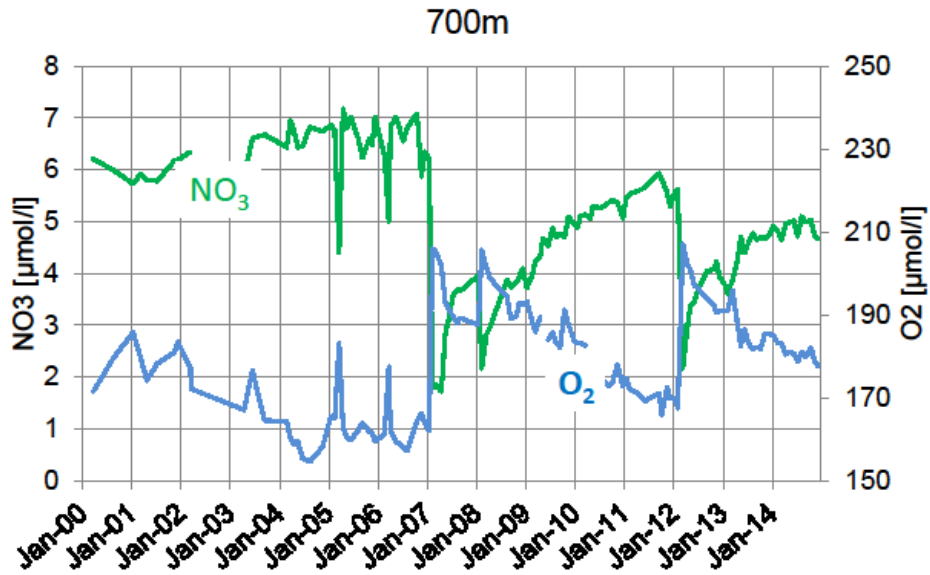


## חמצן

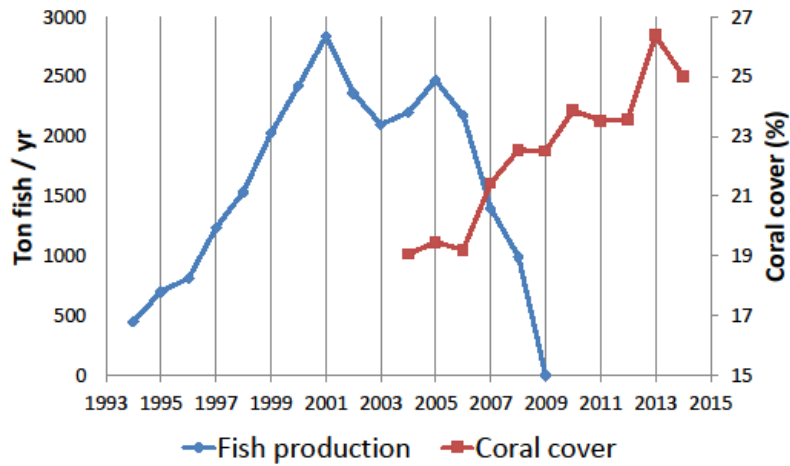




## נוטריונים וחמצן (עדות למקור אורגני מקומי)

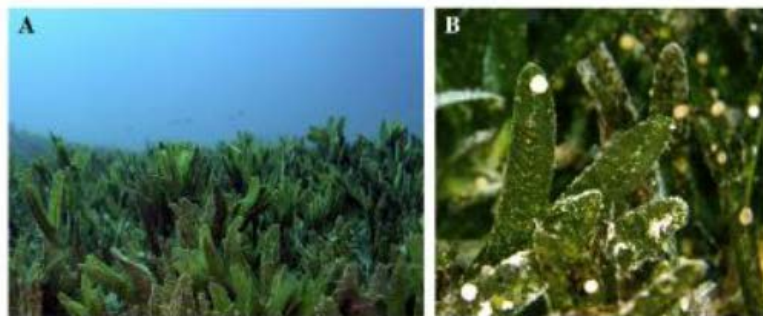
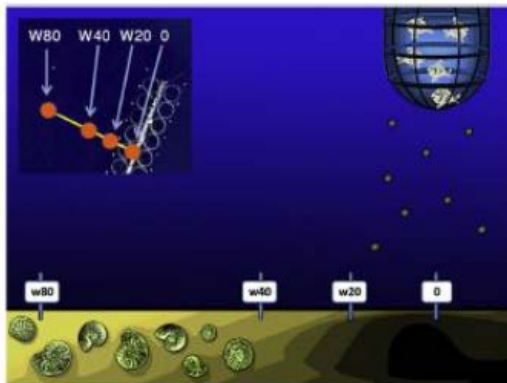
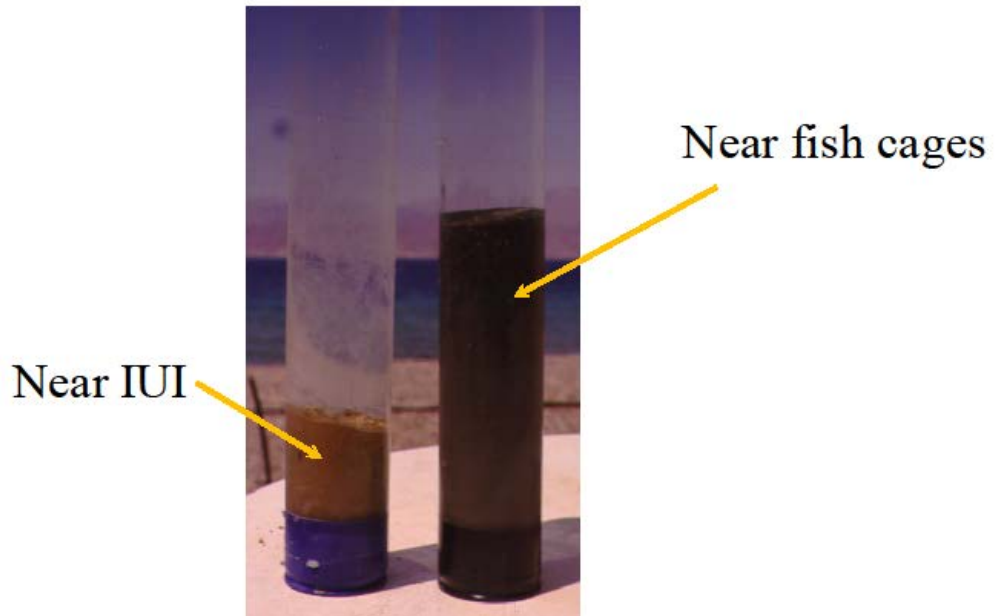


## ייצור דגים בכלובים ושיפעת האלמוגים בשונית



לא לשכוח:

גם חומר אורגני מגיע עם מים המוחזרים מברכות



מספר שנים לאחר הוצאת הכלובים: חזרה של משטחי עשב ים עשירים (חברה שלמה)

Marine Micropaleontology 107 (2014) 8–17

---

Contents lists available at ScienceDirect

**Marine Micropaleontology**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marmicro](http://www.elsevier.com/locate/marmicro)

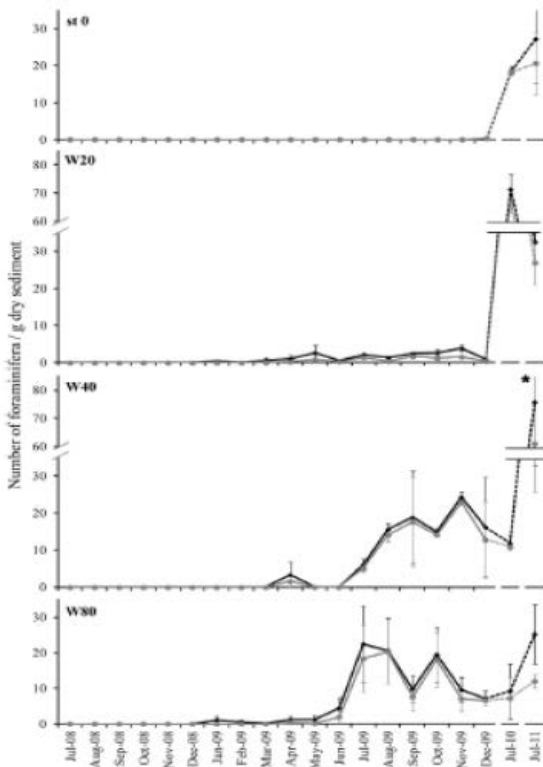


Research paper

### Benthic foraminiferal response to the removal of aquaculture fish cages in the Gulf of Aqaba-Eilat, Red Sea



Shai Oron <sup>a,b</sup>, Dror Angel <sup>c</sup>, Beverly Goodman-Tchernov <sup>b,d</sup>, Gily Merkado <sup>a</sup>,  
Moshe Kiflawi <sup>b,c</sup>, Sigal Abramovich <sup>a,\*</sup>



צפיפות פורמיניפרה

## שפעת המינים

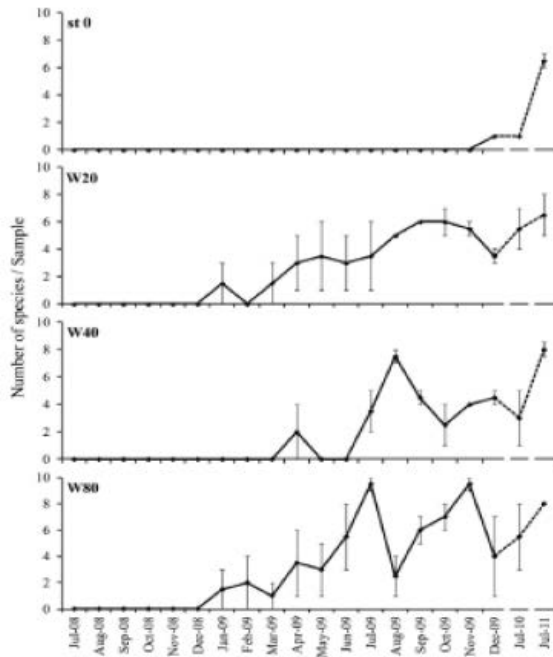


Fig. 8. Monthly variation in species richness of the living foraminifera assemblages in the top 1 cm layer of the sediments given in number of species per sample at the four sampling stations, 0, W20, W40, W80. Error bars are max-min.

