



Τμήμα Οικονομικών  
Επιστημών



**MSc law &  
economics**

DEPARTMENT of ECONOMICS,  
UNIVERSITY of MACEDONIA  
and SCHOOL of LAW,  
ARISTOTLE UNIVERSITY of THESSALONIK



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
Νομική Σχολή

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ

## Διπλωματική Εργασία

### Η ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ ΙΣΡΑΗΛ

Της

ΙΩΑΝΝΑΣ ΣΙΑΚΑ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος  
Ειδίκευσης Δίκαιο και Οικονομικά

Σεπτέμβριος 2018



## I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ενεργειακός τομέας μίας χώρας συναρτάται άμεσα με την οικονομική της ανάπτυξη και για το λόγο αυτό επηρεάζει την κεντρική της πολιτική τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Ειδικά, στην περίπτωση του Ισραήλ η ενεργειακή ανεξαρτησία και αυτονομία αναδείχτηκε σε βασικό παράγοντα επιβίωσης του νεοσύστατου κράτους.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιχειρείται μία επισκόπηση των βασικών παραγόντων που καθόρισαν την ενεργειακή πολιτική στο Ισραήλ και μία παρουσίαση των βασικών αξόνων στις οποίες αυτή κινήθηκε με έμφαση στον τομέα της ηλιακής ενέργειας. Επίσης, γίνεται μία αναφορά στη συμβολή των πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων του Ισραήλ στην έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας και τις εφαρμογές των ερευνητικών πορισμάτων σε ηλιακά έργα εντός της χώρας.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται οι συνθήκες εντός των οποίων έπρεπε να καθοριστούν οι ενεργειακοί στόχοι από την κυβέρνηση του Ισραήλ. Η έλλειψη φυσικών πόρων, η πλήρης εξάρτηση του Ισραήλ από τα ορυκτά καύσιμα των γειτονικών χωρών για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών και οι τεταμένες σχέσεις του με τις χώρες αυτές αποτέλεσαν τις βασικές αιτίες που, ήδη από τη δημιουργία του, το Ισραήλ προσανατολίστηκε στην αναζήτηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας για την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών του αναγκών. Σύμμαχοι στην προσπάθεια αυτή αποτέλεσαν η επιχειρηματική παράδοση του ισραηλινού λαού και η αναγνώριση της σημασίας τόσο για ουσιαστική εκπαίδευση όσο και για επένδυση σε έρευνα και ανάπτυξη για την εξασφάλιση της απαιτούμενης τεχνογνωσίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η προσπάθεια διαμόρφωσης της ενεργειακής πολιτικής του Ισραήλ με στόχο την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, διαπιστώνεται η σταδιακή απομάκρυνσή του από την κατεύθυνση αυτή λόγω του χαμηλού κόστους των ορυκτών καυσίμων και της ανακάλυψης κοιτασμάτων φυσικού αερίου και εξετάζεται η εκ νέου στροφή στην καθαρή ενέργεια για την εναρμόνιση της χώρας με τους ενεργειακούς στόχους που τέθηκαν σε διεθνές επίπεδο. Μετά την υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η ενσωμάτωση ανανεώσιμης ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα της χώρας αναδείχτηκε σε προτεραιότητα της ενεργειακής πολιτικής του Ισραήλ και για την επίτευξή της ήταν απαραίτητη η συνεργασία δημοσίου και ιδιωτικού τομέα. Στο

κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι τρόποι με τους οποίους φορείς του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα συμβάλλουν στην προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι επιμέρους πτυχές της μακρόχρονης σχέσης του Ισραήλ με την ηλιακή ενέργεια, η οποία αναμενόταν να παίζει πρωταρχικό ρόλο στην υλοποίηση των στόχων της ενεργειακής πολιτικής του Ισραήλ στην προσπάθειά του να μειώσει την εξάρτησή του από τα ορυκτά καύσιμα. Το Ισραήλ κατείχε σταθερά για περισσότερα από πενήντα έτη ηγετική θέση στον τομέα της ηλιακής ενέργειας από τη δημιουργία του κράτους του. Τα αποτελέσματα της επένδυσης του Ισραήλ στην έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογιών ηλιακής τεχνολογίας είναι σήμερα ορατά: η τεχνολογία ηλιακής ενέργειας που χρησιμοποιείται στα μεγαλύτερα έργα στον τομέα αυτό ανά τον κόσμο φέρει την υπογραφή ισραηλινών επιχειρήσεων, οι οποίες σήμερα ξεπερνούν τις 100.

Σε αντίθεση, ωστόσο, με την πρόοδο που σημειώνεται διαχρονικά σε ερευνητικό επίπεδο, το Ισραήλ μόνο πρόσφατα κινήθηκε προς την κατεύθυνση της παραγωγής ηλιακής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών. Ο λόγος ήταν κυρίως το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακές εγκαταστάσεις. Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται, επίσης, τα σημαντικότερα ηλιακά έργα που κατασκευάστηκαν ή κατασκευάζονται στο Ισραήλ. Την υλοποίηση των ηλιακών έργων διευκόλυνε η μείωση του κόστους των ηλιακών συστημάτων που οφείλεται στην πρόοδο της τεχνολογίας και η αύξηση των επενδύσεων στον ηλιακό τομέα ως αποτέλεσμα της ενεργειακής πολιτικής της ισραηλινής κυβέρνησης.

Η παρούσα εργασία βασίζεται αποκλειστικά σε διαδικτυακή έρευνα ξενόγλωσσας αρθρογραφίας, βιβλιογραφίας, εκθέσεων και λημμάτων σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων. Μεγάλο μέρος του υλικού που συγκεντρώθηκε είτε δεν έφερε ημερομηνία είτε δεν περιείχε κάποια ένδειξη επικαιροποίησης των πληροφοριών που παρείχε. Επίσης, μεγάλο μέρος του υλικού περιείχε προβλέψεις ή αναφερόταν σε γεγονότα και καταστάσεις που ανάγονταν σε μελλοντικό χρόνο, χωρίς να μπορεί να ελεγχθεί με οποιονδήποτε τρόπο εάν οι προβλέψεις επαληθεύτηκαν, εάν τα γεγονότα έλαβαν χώρα ή οι καταστάσεις πραγματοποιήθηκαν. Επειδή μέρος του υλικού συνίσταται σε δημοσιογραφική αρθρογραφία δεν ήταν πάντοτε εύκολο να διαπιστωθούν τα υποκειμενικά στοιχεία της άποψης του συντάκτη του άρθρου. Τέλος, ήταν εξαιρετικά δυσχερής η συγκέντρωση στοιχείων από ηλεκτρονικές διευθύνσεις των ισραηλινών κρατικών φορέων, όπου οι πληροφορίες ήταν στην εβραϊκή γλώσσα είτε εξ ολοκλήρου

είτε κατά το μεγαλύτερο ποσοστό.

Διευκρινίζεται, τέλος, ότι η όποια αναφορά εντός του κειμένου σε στρατιωτικά και γεωπολιτικά ζητήματα, καθώς και σε ιστορικά γεγονότα γίνεται αποκλειστικά και μόνο για τις ανάγκες εξέτασης των παραγόντων που επηρέασαν την ενεργειακή πολιτική του Ισραήλ και δεν έχει την έννοια της διατύπωσης άποψης επί αυτών ή, πολύ περισσότερο, υπέρ των όποιων πολιτικών επιλογών της εκάστοτε ισραηλινής ηγεσίας.



## Περιεχόμενα

|   |    |
|---|----|
| I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....  | ii |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΙΣΡΑΗΛ: ένα έθνος καινοτομίας .....   | 1  |
| 1.1 Οι γεωπολιτικές συνθήκες .....  | 1  |
| 1.2 Κοινωνικό και πολιτισμικό υπόβαθρο .....  | 3  |
| 1.3 Η οικονομική ανάπτυξη .....   | 4  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας στο Ισραήλ .....  | 7  |
| 2.1 Εισαγωγή.....   | 7  |
| 2.2 Η Israel Electric Corporation (IEC) και οι πηγές ενέργειας .....  | 9  |
| 2.3 Η ανανεώσιμη ενέργεια.....  | 10 |
| 2.3.1 Έννοια και προκλήσεις .....   | 10 |
| 2.3.2 Επισκόπηση της ισραηλινής πολιτικής στον τομέα των ΑΠΕ.....   | 11 |
| 2.3.3 Φορείς προώθησης ΑΠΕ και ανάπτυξης τεχνολογιών έξυπνου δικτύου .....                                      | 20 |
| 2.3.4 Διακρατικές συμφωνίες ηλεκτρικής διασύνδεσης .....  | 25 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ηλιακή ενέργεια .....   | 27 |
| 3.1 Εισαγωγικά στοιχεία .....   | 27 |
| 3.2 Τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας .....   | 29 |
| 3.2.1 Γενικά στοιχεία.....  | 29 |
| 3.2.2 Η συμβολή του Ισραήλ στην ανάπτυξη θεμελιώδους ηλιακής τεχνολογίας .....                                  | 31 |
| 3.2.3 Η συμβολή του Ισραήλ στη βελτίωση των ηλιακών συστημάτων.....   | 35 |
| 3.3 Ο ρόλος της ηλιακής ενέργειας στην ενεργειακή ιστορία του Ισραήλ.....                                       | 41 |
| 3.4 Η υλοποίηση της κυβερνητικής πολιτικής για την ηλιακή ενέργεια .....  | 45 |
| 3.4.1 Επέκταση της ηλιακής υποχρέωσης.....  | 45 |
| 3.4.2 Επαναπροσδιορισμός της ενεργειακής πολιτικής και των στόχων της – Έγκριση κατασκευής ηλιακών πεδίων ..... | 47 |
| 3.4.3 Καθορισμός νέων ποσοστώσεων για φωτοβολταϊκά συστήματα .....  | 56 |
| 3.4.4 Αποτελέσματα .....  | 58 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....   | 59 |
| II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ.....   | 63 |

## Κατάλογος Πινάκων

|   |    |
|---|----|
| <b>Πίνακας 1</b> Emissions Reduction Measures in the Electricity Sector, as per Government Decision 1403..... | 17 |
| <b>Πίνακας 2:</b> Ποσοτώσεις ανά κατηγορία τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας .....                            | 48 |

## Κατάλογος Εικονογραφήσεων

|  |    |
|--|----|
| <b>Εικόνα 1:</b> Ο ηλιακός πύργος στο Πανεπιστήμιο Weizmann, .....                     | 36 |
| <b>Εικόνα 2:</b> Σύστημα Beam Down στον ηλιακό πύργο του Πανεπιστημίου Weizmann, ..... | 37 |
| <b>Εικόνα 3:</b> Πύργος Ενέργειας .....  | 39 |
| <b>Εικόνα 4:</b> Ηλιακός Δίσκος στο Πανεπιστήμιο Ben-Gurion .....                      | 41 |
| <b>Εικόνα 5:</b> Το πρώτο μεσαίου μεγέθους ηλιακό πεδίο Ketura Sun .....               | 50 |
| <b>Εικόνα 6:</b> Το δεύτερο μεγάλο μεγέθους ηλιακό πεδίο Ketura Solar, .....           | 50 |
| <b>Εικόνα 7:</b> Το πρώτο μεγάλο μεγέθους ηλιακό πεδίο Neot Hovav, .....               | 51 |
| <b>Εικόνα 8:</b> Ο θερμοηλεκτρικός ηλιακός σταθμός Ashalim Plot A, .....               | 52 |
| <b>Εικόνα 9:</b> Τα παραβολικά κάτοπτρα στο ηλιακό πεδίο Ashalim Plot A, .....         | 53 |
| <b>Εικόνα 10:</b> Το ηλιακό πεδίο Ashalim Plot B (Megalim), .....                      | 54 |
| <b>Εικόνα 11:</b> Ο ηλιακός πύργος Megalim με τους ηλιοστάτες, .....                   | 55 |
| <b>Εικόνα 12:</b> Ο ηλιακός πύργος Megalim με τους ηλιοστάτες, .....                   | 55 |
| <b>Εικόνα 13:</b> Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στο ηλιακό συγκρότημα Ashalim, .....      | 56 |

## Κατάλογος Διαγραμμάτων

|  |    |
|--|----|
| <b>Διάγραμμα 1:</b> Τάσεις στις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....                      | 45 |
| <b>Διάγραμμα 2:</b> Τάσεις στις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια) ..... | 58 |
| <b>Διάγραμμα 3:</b> Πραγματοποιούμενες ποσοτώσεις ηλιακής ενέργειας .....              | 59 |





# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΙΣΡΑΗΛ: ένα έθνος καινοτομίας

## 1.1 Οι γεωπολιτικές συνθήκες

Το κράτος του Ισραήλ ιδρύθηκε το 1948 και είναι ένα μικρό κράτος της Μέσης Ανατολής, με έκταση 20.770 τετραγωνικά χλμ<sup>1</sup> και πληθυσμό το έτος 2018 περίπου 8.887.380 κατοίκους<sup>2</sup>, ο οποίος αυξάνεται συνεχώς με σχετικά υψηλό ρυθμό. Ανατολικά συνορεύει με τη Δυτική Όχθη, τη Συρία και την Ιορδανία, βόρεια με το Λίβανο, νότια με την Αίγυπτο και την Ερυθρά Θάλασσα, ενώ δυτικά συνορεύει με τη Γάζα και βρέχεται από τη Μεσόγειο Θάλασσα<sup>3</sup>.

Το Ισραήλ είναι φτωχό σε φυσικούς πόρους αλλά πλούσιο σε ήλιο. Βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος περίπου 30° Βόρεια, όπου η ετήσια ηλιακή ακτινοβολία είναι περίπου 2000 kWh ανά τ.μ.<sup>4</sup> Το καυτό καλοκαίρι και οι λίγες βροχές κάνουν σχεδόν αδύνατη την καλλιέργεια χωρίς άρδευση. Στο νότιο τμήμα βρίσκεται η έρημος Νεγκέβ, η οποία σε μέγεθος καλύπτει περίπου το ήμισυ της συνολικής έκτασης της χώρας<sup>5</sup>. Το έδαφος της χώρας χαρακτηρίζεται κατά ποσοστό 95% ως ημιάνυδρο, ξηρό ή υπεράνυδρο με βάση το επίπεδο βροχοπτώσεων ετησίως<sup>6</sup>.

Οι σχέσεις του Ισραήλ με τις γειτονικές χώρες ήταν και παραμένουν εχθρικές, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα τη διπλωματική και οικονομική του απομόνωση. Τα οικονομικά μπλοκιάζ που επέβαλλαν στο Ισραήλ οι αραβικές χώρες ήδη πριν από τη δημιουργία του κράτους και μέχρι το πρόσφατο παρελθόν, σε συνδυασμό με άλλα

---

<sup>1</sup> Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια ελεύθερου περιεχομένου Wikipedia, στο λήμμα «Israel», με παραπομπή στην ιστοσελίδα του Israel Ministry of Foreign Affairs και με τη σημείωση ότι στον αριθμό της έκτασης περιλαμβάνονται τα προσαρτημένα Υψώματα Γκολάν και η Ανατολική Ιερουσαλήμ. Διαθέσιμο σε <https://en.wikipedia.org/wiki/Israel> (τελευταία πρόσβαση 27.7.2018)

<sup>2</sup> Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια ελεύθερου περιεχομένου Wikipedia, στο λήμμα «Israel», με παραπομπή στην ιστοσελίδα του Israel Central Bureau of Statistics (Retrieved 20 February 2017) και με τη σημείωση ότι στον αριθμό του πληθυσμού περιλαμβάνονται περιοχές της Ανατολικής Ιερουσαλήμ και της Δυτικής Όχθης (Η ισραηλινή κυριαρχία στην Ανατολική Ιερουσαλήμ δεν είναι διεθνώς αναγνωρισμένη). Διαθέσιμο σε <https://en.wikipedia.org/wiki/Israel> (τελευταία πρόσβαση 27.7.2018)

<sup>3</sup> Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια ελεύθερου περιεχομένου Wikipedia, στο λήμμα «Israel», με παραπομπή σε «"Palestinian Territories". State.gov. 22 April 2008. Retrieved 26 December 2012». Διαθέσιμο σε <https://en.wikipedia.org/wiki/Israel> (τελευταία πρόσβαση 27.7.2018)

<sup>4</sup> Faiman, D., *Israel Science & Technology: Solar Energy Sector* [online]. Jewish Virtual Library. Διαθέσιμο σε <https://www.jewishvirtuallibrary.org/solar-energy-sector-in-israel> (τελευταία πρόσβαση 27.7.2018)

<sup>5</sup> Διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια ελεύθερου περιεχομένου Wikipedia, στο λήμμα «Geography of Israel». Διαθέσιμο σε [https://en.wikipedia.org/wiki/Geography\\_of\\_Israel](https://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Israel) (τελευταία πρόσβαση 27.7.2018)

<sup>6</sup> Senor, D. and Singer, S. (2009). *Start-up Nation: The Story of Israel's Economic Miracle*

διεθνή εμπάργκο, ανάγκασαν το Ισραήλ να αναπτύξει οικονομικές και επιχειρηματικές σχέσεις με πιο απομακρυσμένες χώρες, των οποίων η οικονομία βασιζόταν στη γνώση και την καινοτομία<sup>7</sup>.

Η παραπάνω περίπλοκη γεωπολιτική κατάσταση είχε επίσης ως αποτέλεσμα την έλλειψη ενεργειακών συναλλαγών, συνεργασιών και διασυνδέσεων του Ισραήλ με τις γειτονικές χώρες, οι οποίες είναι πλούσιες σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο, σε αντίθεση με το Ισραήλ που διαθέτει περιορισμένους ενεργειακούς πόρους. Επιπλέον, πολλές διεθνείς εταιρίες πετρελαίου και φυσικού αερίου λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω κατάσταση πολιτικών εχθροπραξιών του Ισραήλ με τις αραβικές χώρες και την Αφρική, ήταν απρόθυμες να δραστηριοποιηθούν στο Ισραήλ. Λόγω της απομονωμένης ενεργειακής του αγοράς, δικαιολογημένα το Ισραήλ χαρακτηρίζεται από τους αναλυτές ως ένα νησί ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών, οι οποίες συνεχώς αυξάνονται λόγω της συνεχούς αύξησης του πληθυσμού, της μεγάλης οικονομικής ανάπτυξης της χώρας και του υψηλού βιοτικού επιπέδου, το Ισραήλ αναγκάζεται να εισάγει άνθρακα και πετρέλαιο από απομακρυσμένους προμηθευτές, κυρίως, στη Ρωσία, την Κεντρική Ασία και τη Λατινική Αμερική. Η ενεργειακή προοπτική του Ισραήλ άρχισε να βελτιώνεται από τα μέσα της δεκαετίας του 2000, οπότε η Αίγυπτος συμφώνησε να προμηθεύει το Ισραήλ με φυσικό αέριο ενώ, λίγο αργότερα, ανακαλύφθηκαν πεδία φυσικού αερίου στη χώρα<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Ό.π. [6] Senor, D. and Singer, S.

<sup>8</sup> Bahgat, G. (2011), *Israel's Energy Security: Regional Implications* [online], Essay in The Middle East Policy Council Journal (Volume XVIII Fall 2011 Number 3). Διαθέσιμο σε <http://mepc.org/israels-energy-security-regional-implications> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

## 1.2 Κοινωνικό και πολιτισμικό υπόβαθρο

Το Ισραήλ τόσο για τη δημιουργία, όσο και για την επιβίωση του νεοσύστατου κράτους έπρεπε να υπερνικήσει τις γεωπολιτικές αντιξοότητες και τους στρατηγικούς περιορισμούς. Μέσα σε ένα εχθρικό περιβάλλον, με περιορισμένους πόρους και συνεχείς άγνωστες προκλήσεις συνειδητοποίησε γρήγορα την ανάγκη για ευελιξία, ασφάλεια και καινοτομία. Η μετατροπή των προκλήσεων σε πλεονεκτήματα έγινε βασικό συστατικό της ιδιοσυγκρασίας του λαού του Ισραήλ και με τον τρόπο αυτό κατάφερε να θέσει τα θεμέλια για τη δημιουργία μίας ισχυρής οικονομίας που βασίζεται στην καινοτομία.

Το μικρό μέγεθος του νεοσύστατου κράτους διευκόλυνε τη συνάντηση και συνεργασία των Ισραηλινών μεταξύ τους και εμπόδιζε τις όποιες ταξικές, πολιτισμικές ή οικονομικές ανισότητες να αναιρέσουν τη συλλογική προσπάθεια για ευημερία. Σημαντικό ρόλο σε αυτό διαδραμάτισε η εκτεταμένη χρονικά στρατιωτική θητεία των Ισραηλινών, ανδρών και γυναικών, που έφερνε κοντά ανθρώπους διαφορετικών πολιτισμών και τάξεων<sup>9</sup>.

Η πολυπολιτισμικότητα του νεοσύστατου κράτους συνέβαλε καθοριστικά στην ανοχή των Ισραηλινών σε διαφορετικούς πολιτισμούς και διαφορετικές γλώσσες και τους κατέστησε ανοιχτούς και προσαρμοστικούς σε διαφορετικό τρόπο σκέψης και σε νέες ιδέες. Άλλωστε, ο πληθυσμός του πρόσφατα συσταθέντος κράτους ξεκινώντας από το μηδέν δεν είχε να υπερασπιστεί προϋπάρχοντα συμφέροντα και θέσεις, με αποτέλεσμα όλοι να δραστηριοποιούνται ισότιμα<sup>10</sup>.

Η στροφή προς την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και η ανάδειξη της επιχειρηματικής κουλτούρας των Ισραηλινών υπαγορεύτηκε από τρεις, κυρίως, επιτακτικές ανάγκες του νέου κράτους: τη διατήρηση ενός ισχυρού στρατού, την καλλιέργεια της άγονης γης και την προσέγγιση αγορών πέρα από τη Μέση Ανατολή.

Το Ισραήλ είναι ένα μικρό κράτος και εκ των πραγμάτων η ισχύς των στρατιωτικών του δυνάμεων δεν ήταν δυνατό να στηριχθεί στην αριθμητική τους υπεροχή έναντι των

---

<sup>9</sup> Shaviv, E., Caine, E. M., Grossman, G. (2013), *Clean Energy Innovation Policy in Israel: Identifying Fundamental Principles through a Case Study of Smart Grid Policy* [online], The Samuel Neaman Institute for Advanced Studies in Science and Technology, Technion – Israel Institute of Technology. Διαθέσιμο σε <https://www.neaman.org.il/Files/6-384.pdf> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

<sup>10</sup> Ο.π. [9] Shaviv, E., Caine, E. M., Grossman, G.

εχθρικών. Ήταν, επομένως, απαραίτητη η ανάπτυξη προηγμένων τεχνολογιών για στρατιωτική χρήση και έτσι το Ισραήλ επιδόθηκε στην ανάπτυξη συστημάτων αναγνώρισης φωνής, επικοινωνιών, οπτικών, υλισμικού (hardware) και λογισμικού (software).

Περαιτέρω, με τη μισή έκταση της χώρας να καλύπτεται από έρημο και δεδομένης της έλλειψης νερού οι Ισραηλικοί αναδείχτηκαν ηγέτες στους τομείς της καλλιέργειας της ερήμου, της άρδευσης και της αφαλάτωσης. Σήμερα στο βόρειο τμήμα της ερήμου Νεγκέβ καλύπτεται από καλλιεργούμενες εκτάσεις και δάση, κυρίως, λόγω εφαρμογής καινοτόμων πολιτικών για το νερό. Δεν είναι, μάλιστα, τυχαίο το γεγονός ότι στο Ισραήλ αναπτύχθηκαν μέθοδοι για την ανακύκλωση του νερού και την επαναχρησιμοποίησή του σε ποσοστό περίπου 70%<sup>11</sup>.

Η διείσδυση των Ισραηλινών στις ξένες αγορές και η δημιουργία εκεί ανταγωνιστικών επιχειρήσεων αποτελούσε πάντα ένα φαινόμενο συνηθισμένο. Οι Ισραηλινοί είναι πλέον έμπειροι στην αναζήτηση νέων ευκαιριών και στην ανάληψη κινδύνων σε άγνωστα περιβάλλοντα, καθώς γνωρίζουν καλά ότι η ανάπτυξη της επιχειρηματικότητας και η προώθηση της εθνικής οικονομίας είναι εφικτή για αυτούς μόνο πολύ μακριά από τα όρια του κράτους τους. Μάλιστα, ακριβώς λόγω της απόστασης του Ισραήλ από τις αγορές όπου διαθέτει τα προϊόντα που εξάγει, εξηγεί γιατί τα περισσότερα από τα προϊόντα αυτά είναι υψηλής τεχνολογίας και, άρα, μικρά σε μέγεθος, ελαφριά σε βάρος και ιδιαίτερα ανθεκτικά.

### **1.3 Η οικονομική ανάπτυξη**

Το κράτος του Ισραήλ κατά τα πρώτα είκοσι έτη παρουσίασε αλματώδη οικονομική ανάπτυξη και κατάφερε να υπερδιπλασιάσει το βιοτικό του επίπεδο σε σχέση με αυτό των Ηνωμένων Πολιτειών κατά το ίδιο χρονικό διάστημα. Η οικονομική δραστηριότητα περιελάμβανε, κυρίως, δημόσιες επενδύσεις μεγάλης κλίμακας για την κατασκευή δρόμων, συστημάτων ύδρευσης, εργοστασίων, λιμανιών, ηλεκτρικών δικτύων και κατοικιών. Κατά το διάστημα αυτό η εσωτερική αγορά, η βιομηχανία και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα ενισχύονταν οικονομικά και ελέγχονταν από την κυβέρνηση.

---

<sup>11</sup> Ο.π. [6] Senor, D. and Singer, S.

Αντίθετα, δεν ενθαρρύνθηκε με οποιονδήποτε τρόπο η ιδιωτική επιχειρηματικότητα, γεγονός που μάλλον καθυστέρησε την οικονομική ανάπτυξη της χώρας με ακόμα πιο εντυπωσιακό ρυθμό από αυτόν που παρουσίασε<sup>12</sup>.

Τα Κιμπούτς, τα οποία αποτελούν έναν τύπο συλλογικής συνειδητής κοινότητας, έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Τα μέλη τους αναλάμβαναν να κάνουν διάφορες εργασίες και όλες οι ανάγκες τους καλύπτονταν από την κοινότητα δωρεάν. Η οικονομία των κιμπούτς στηριζόταν κυρίως στη γεωργία. Πλέον πολλά κιμπούτς έχουν ιδιωτικοποιηθεί και ο τρόπος λειτουργίας τους έχει αλλάξει με την έννοια ότι τα μέλη τους πληρώνουν για διάφορες υπηρεσίες που αρχικά ήταν δωρεάν. Η οικονομία πολλών από αυτά δεν στηρίζεται πλέον στη γεωργία αλλά στη βιομηχανική παραγωγή και τις επιχειρήσεις υψηλής τεχνολογίας.

Κατά τα επόμενα έτη, η οικονομία του Ισραήλ βασίστηκε, κυρίως, στον ιδιωτικό τομέα. Αναπτύχθηκαν νέοι τομείς καινοτομίας και πολλαπλασιάστηκαν οι προηγμένες καινοτόμες τεχνολογίες και οι επιχειρήσεις υψηλής τεχνολογίας, που αποτέλεσαν τους σημαντικότερους οικονομικούς πόρους του Ισραήλ. Έκτοτε, η οικονομία της χώρας συνεχίζει να βασίζεται κατά κύριο λόγο στις εξαγωγές υψηλής τεχνολογίας προς τις ΗΠΑ, την Ευρώπη και, κατά τα τελευταία χρόνια, στις ασιατικές αγορές<sup>13</sup>.

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα καινοτομίας σημειώνεται στον τομέα των γεωργικών τεχνολογιών και τεχνολογιών για έξυπνη και αποδοτική διαχείριση των υδάτων. Οι τεχνολογίες αυτές, οι οποίες αναπτύχθηκαν με αφορμή την έλλειψη νερού στο Ισραήλ και την ανάγκη καλλιέργειας του άγονου εδάφους, δημιούργησαν μια διεθνή αγορά καινοτόμων τεχνολογιών ύδατος για τη μείωση της ρύπανσης των υδάτων και την αποτελεσματικότερη χρήση του νερού σε καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας<sup>14</sup>.

Ωστόσο, το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα καινοτομίας που έχει να παρουσιάσει το Ισραήλ αφορά στον τομέα της καθαρής ενέργειας και, κυρίως, της ηλιακής ενέργειας, ο οποίος συγκεντρώνει το ενδιαφέρον των περισσότερων από τις ισραηλινές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα της καθαρής τεχνολογίας (clean tech)<sup>15</sup>. Η παγκόσμια πρωτοπορία του Ισραήλ στον τομέα της καθαρής ενέργειας ήταν αποτέλεσμα του συνδυασμού περισσότερων παραγόντων, όπως η κυβερνητική

---

<sup>12</sup> Ο.π. [6] Senor, D. and Singer, S.

<sup>13</sup> Ο.π. [6] Senor, D. and Singer, S.

<sup>14</sup> Ο.π. [6] Senor, D. and Singer, S.

<sup>15</sup> Ο.π. [6] Senor, D. and Singer, S.

πολιτική, η αποτελεσματική συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, το στρατιωτικό σύστημα και τα πανεπιστημιακά ιδρύματα που προώθησαν την Έρευνα και την Ανάπτυξη, στην οποία το Ισραήλ σήμερα δαπανά σχεδόν 5% του ΑΕγχΠ, με σκοπό τη δημιουργία ενός δυναμικού συστήματος καινοτομίας.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες συνδιαμόρφωσαν το πλαίσιο εντός του οποίου το Ισραήλ θα έπρεπε να χαράζει την ενεργειακή του πολιτική. Τα μειονεκτήματα (έλλειψη ορυκτών καυσίμων κλπ) έπρεπε να μετατραπούν σε πλεονεκτήματα (παραγωγή καθαρής ενέργειας) και αυτό μπορούσε να επιτευχθεί μόνο μέσα από την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών, μία διαδικασία ιδιαίτερα προσφιλή στους φιλομαθείς ισραηλινούς. Η ενεργειακή απομόνωση ως αποτέλεσμα γεωπολιτικών παραγόντων κατέστησε αναπόφευκτη την προσπάθεια αυτή, ενώ οι διεθνείς συμφωνίες για την προστασία του περιβάλλοντος έθεσαν την καθαρή ενέργεια στο επίκεντρο της παγκόσμιας ενεργειακής πολιτικής και των επιχειρηματικών επενδύσεων και, μοιραία, κατέστησαν τις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας σημαντικό και πολλά υποσχόμενο πεδίο έρευνας και ανάπτυξης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας στο Ισραήλ

### 2.1 Εισαγωγή

Η ενέργεια αποτελεί ζωτικής σημασίας αγαθό για τις σύγχρονες κοινωνίες. Αντίστοιχα, ο ενεργειακός τομέας μίας χώρας βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη του πληθυσμού της, όπως αποδεικνύεται ιστορικά, αλλά και επιστημονικά.

Χαρακτηριστικότερο είναι το παράδειγμα των παγκόσμιων πετρελαϊκών κρίσεων, όταν για πρώτη φορά ανέκυψαν προβλήματα ανεφοδιασμού με πετρέλαιο των ενεργειακών αγορών σε ολόκληρο τον κόσμο. Η συνακόλουθη αύξηση της τιμής του πετρελαίου είχε ως άμεση συνέπεια την αύξηση των τιμών όλων των προϊόντων και υπηρεσιών και σήμανε την έναρξη οικονομικής ύφεσης στις αγορές παγκοσμίως, το βάθος της οποίας ποίκιλε ανάλογα με το βαθμό εξάρτησης της κάθε χώρας από το πετρέλαιο, αλλά και από τη δυνατότητα των εθνικών μηχανισμών να εξισορροπήσουν τη διατάραξη αυτή στους οικονομικούς τους δείκτες (ανεργία, πληθωρισμός, εμπόριο κλπ).

Από την άλλη πλευρά, τα ίδια ιστορικά γεγονότα σήμαναν για πολλές οικονομίες, κυρίως, στην Ευρώπη την αρχή μίας νέας περιόδου στον τομέα της ενέργειας, χαρακτηριστικό της οποίας είναι η αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας με σκοπό την εξασφάλιση απρόσκοπτου ενεργειακού εφοδιασμού.

Συγχρόνως, η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και, άρα, της ενεργειακής ζήτησης και ο κίνδυνος που συνεπαγόταν αυτό για το περιβάλλον καθόρισαν τους επόμενους στόχους της ενεργειακής πολιτικής των αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών: την ανταγωνιστικότητα του ενεργειακού τομέα με σκοπό τη μείωση του κόστους και, ταυτόχρονα, τον περιορισμό των δυσμενών για το περιβάλλον συνεπειών από την παραγωγή και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Αρχικά, ο τομέας της ενέργειας αποτελούσε κρατική υπόθεση. Μετά το τέλος και του Β' Παγκοσμίου Πολέμου κρατικές μονοπωλιακές επιχειρήσεις, επιφορτισμένες με την παροχή υπηρεσιών κοινής ωφέλειας, αναλάμβαναν την παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι ώστε να μπορεί να διασφαλιστεί η συνέχεια και ασφάλεια του εφοδιασμού και η ισότητα στην πρόσβαση των πολιτών σε ένα τόσο σημαντικό αγαθό. Άλλωστε, το υψηλό κόστος καθιστούσε από ασύμφορο έως και



αδύνατο για ιδιώτες επιχειρηματίες να δραστηριοποιηθούν στην αγορά ενέργειας. Το μοντέλο αυτό λειτουργίας των εθνικών αγορών ενέργειας σταδιακά άρχισε να αλλάζει, όταν έγινε πλέον αναγκαία η παροχή υπηρεσιών ενέργειας με τρόπο πιο αποτελεσματικό, αξιόπιστο, βιώσιμο και ανταγωνιστικό.

Η ασφάλεια του εφοδιασμού, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, απαιτούσε την ποικιλομορφία των πηγών ενέργειας, την ενεργειακή αποδοτικότητα, την εξοικονόμηση ενέργειας, την ύπαρξη διασυνδέσεων μεταξύ των εθνικών ηλεκτρικών δικτύων.

Η ανταγωνιστικότητα του ενεργειακού τομέα προϋπέθετε την κατάργηση των φυσικών μονοπωλίων στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, την είσοδο νέων παραγωγών, το διαχωρισμό των επιμέρους δραστηριοτήτων στην παροχή υπηρεσιών ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή την παραγωγή, τη διανομή και τη μεταφορά της. Προκειμένου, ωστόσο, η ανταγωνιστική ενεργειακή αγορά υπό την παραπάνω έννοια να μη θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια του εφοδιασμού, αλλά και την οικονομική αποτελεσματικότητα των μη κρατικών πλέον επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνταν στην αγορά αυτή, ήταν απαραίτητη η θεσμοθέτηση μίας ρυθμιστικής αρχής για τον καθορισμό των βασικών αρχών παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας, του πλαισίου αδειοδότησης των νέων παραγωγών, των τιμολογίων ρύθμισης των μονοπωλιακών δραστηριοτήτων, αλλά και για την προστασία των καταναλωτών.

Τέλος, η προστασία του περιβάλλοντος θα γινόταν εφικτή μέσα από τη χάραξη από το κράτος μίας κοινής ενεργειακής και οικονομικής πολιτικής που θα προωθούσε την ορθολογική και αποτελεσματική εκμετάλλευση και χρήση των ενεργειακών πόρων, καθώς και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στους παραπάνω στόχους, κατά κύριο λόγο, επικεντρώθηκε η ενεργειακή πολιτική σε διεθνές επίπεδο και, σταδιακά, όλες σχεδόν οι πρώην μονοπωλιάκες, στην πλειοψηφία τους, επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών ενέργειας ιδιωτικοποιήθηκαν και οι αγορές ενέργειας απελευθερώθηκαν, άλλες σε μεγαλύτερο και άλλες σε μικρότερο βαθμό. Συγχρόνως, άνοιξε ο δρόμος για την παραγωγή ενέργειας από νέες και ανανεώσιμες πηγές, με σκοπό τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα που αποτελούσαν την αποκλειστική ή κύρια πηγή ενέργειας όλων των αναπτυσσόμενων ή αναπτυγμένων χωρών.

## 2.2 Η Israel Electric Corporation (IEC) και οι πηγές ενέργειας

Η εκ των πραγμάτων απομονωμένη αγορά ενέργειας του Ισραήλ ήταν αυστηρά ρυθμισμένη και κρατικά ελεγχόμενη, έτσι ώστε να είναι εξαιρετικά δύσκολο να εισέλθουν σε αυτή νέες επιχειρήσεις. Η ηλεκτρική ενέργεια στο Ισραήλ παραγόταν στο σύνολό της από την Israel Electric Corporation (IEC), μία κρατική, σχεδόν μονοπωλιακή εταιρία, με κύριο αντικείμενο της δραστηριότητάς της την παραγωγή, προμήθεια, διανομή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές. Η ίδια εταιρία κατασκευάζει, συντηρεί και εκμεταλλεύεται τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, τους υποσταθμούς και τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής<sup>16</sup>.

Με νόμο που ψηφίστηκε το έτος 1996, το Ισραήλ έδωσε τη δυνατότητα σε ανεξάρτητους φορείς να εισέλθουν στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας<sup>17</sup>. Έκτοτε η IEC εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής της, αγοράζει πολύ μικρές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίοι είτε πωλούν το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν στην IEC, είτε πωλούν μέρος μόνο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν και χρησιμοποιούν το υπόλοιπο για την κάλυψη των δικών τους ενεργειακών αναγκών<sup>18</sup>. Το έτος 2016, η εγκατεστημένη ισχύς των ανεξάρτητων παραγωγών ανερχόταν σε ποσοστό περίπου 20%<sup>19</sup> και η IEC παραμένει ο μοναδικός πάροχος υπηρεσιών στους τομείς της μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας<sup>20</sup>.

Για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών το Ισραήλ χρησιμοποιούσε αποκλειστικά εισαγόμενο άνθρακα και πετρέλαιο επί πολλές δεκαετίες, καθώς δεν διαθέτει δικά του κοιτάσματα. Μέχρι το έτος 1979 εισήγαγε αργό πετρέλαιο από το Ιράν, ενώ, στη συνέχεια, από τα πρώην σοβιετικά κράτη, το Τσαντ, την Αγκόλα, το Μεξικό και τη Νορβηγία. Ο άνθρακας είναι μέχρι σήμερα η κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στο Ισραήλ, η οποία παράγεται στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της IEC, το Rutenberg στο Ashkelon και το Orot Rabin, κοντά στη Hadera.

---

<sup>16</sup> Lipstein, N. and Dr. Tal, A. *Israeli Renewable Energy Policy: Past and Present*, Jewish Energy Guide [online]. Διαθέσιμο σε <http://aytzm.org/resources/jeg/318> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

<sup>17</sup> Ο.π. [9] Shaviv, E., Caine, E. M., Grossman, G.

<sup>18</sup> Ο.π. [16] Lipstein, N. and Dr. Tal, A.

<sup>19</sup> Electricity Regulatory Authority, Israel. *The Electricity Authority Report on State of Electricity Economy Year of 2016* [online]. Διαθέσιμο σε [https://pua.gov.il/English/Documents/english\\_report2016.pdf](https://pua.gov.il/English/Documents/english_report2016.pdf) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

<sup>20</sup> Ο.π. [9] Shaviv, E., Caine, E. M., Grossman, G.

Το δευτερογενές καύσιμο και στα δύο εργοστάσια είναι το πετρέλαιο.

Το ενεργειακό μίγμα του Ισραήλ άρχισε να αλλάζει το έτος 2005, όταν μετά την υπογραφή μνημονίου κατανόησης μεταξύ Ισραήλ και Αιγύπτου, η τελευταία συμφώνησε να προμηθεύει το Ισραήλ με φυσικό αέριο. Έκτοτε και ειδικά μετά την ανακάλυψη εγχώριων κοιτασμάτων φυσικού αερίου, τα πεδία Tamar και Dalit το έτος 2009 και το πεδίο Leviathan το έτος 2010, το φυσικό αέριο συμμετείχε κατά ποσοστό 50% περίπου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο Ισραήλ. Τέλος, το πρώτο βήμα προς την ενσωμάτωση στο εθνικό δίκτυο της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έγινε το έτος 2011, όταν η εταιρία Arava Power κατασκεύασε το πρώτο ηλιακό πεδίο στο Κιμπούτς Κετούρα.

## **2.3 Η ανανεώσιμη ενέργεια**

### **2.3.1 Έννοια και προκλήσεις**

Η πλήρης εξάρτηση του Ισραήλ για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών από τρίτες χώρες και οι διαχρονικά τεταμένες σχέσεις με τις γειτονικές πετρελαιοπαραγωγικές χώρες έθεταν ζήτημα ενεργειακής ασφάλειας και βιωσιμότητας του κράτους. Αυτός ήταν και ο βασικός λόγος που το Ισραήλ, ιδίως μετά τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970, έστρεψε την ενεργειακή του πολιτική προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ανανεώσιμη είναι η ενέργεια που μπορεί να ανανεωθεί και να διατηρηθεί απεριόριστα (αιφορία) και υπό την έννοια αυτή το φυσικό αέριο δεν αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Οι κύριες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, το νερό και η γεωθερμική ενέργεια, δηλαδή η φυσική θερμική ενέργεια που προέρχεται από τη γη. Οι πηγές αυτές θεωρούνται καθαρές, καθώς δεν προκαλούν ρύπανση και δεν απελευθερώνονται αέρια θερμοκηπίου όταν παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από αυτά. Η ανανεώσιμη ενέργεια μπορεί να παραχθεί τοπικά και, συνήθως, είναι αποκεντρωμένη και, άρα, λιγότερο ευάλωτη σε κινδύνους που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλης διάρκειας διακοπή στην παροχή της<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Ο.π. [16] Lipstein, N. and Dr. Tal, A.

Ωστόσο, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γεννά ζητήματα που για την αντιμετώπισή τους απαιτείται μακροπρόθεσμος σχεδιασμός και συντονισμένη δράση όλων των εμπλεκόμενων φορέων, ιδιωτικών και δημόσιων.

Η προσαρμογή του υφιστάμενου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι ώστε να είναι σε θέση να ενσωματώσει την ανανεώσιμη ενέργεια, είναι το πρώτο βήμα για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά και κάθε άλλης εναλλακτικής πηγής ενέργειας. Η ολοκλήρωση ενός τέτοιου έργου απαιτεί τη διάθεση υψηλών κρατικών κονδυλίων και την εξασφάλιση μεγάλων εκτάσεων γης για την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Ειδικά, όμως, σε ό,τι αφορά στην ανανεώσιμη ενέργεια, το κυριότερο ζήτημα που προκύπτει είναι η μεταβλητότητα στη ροή και την ένταση της ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή. Για παράδειγμα, η παραγωγή ηλιακής ενέργειας προϋποθέτει την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία σε ημέρες χωρίς ήλιο ή τις νύχτες δεν υπάρχει. Αντίστοιχα, η παραγωγή αιολικής ενέργειας προϋποθέτει την ύπαρξη ανέμου, η ένταση του οποίου δεν είναι σταθερή.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας, καθώς και τεχνολογιών έξυπνου δικτύου, προκειμένου να περιοριστεί όσο το δυνατό περισσότερο ο κίνδυνος διακοπών στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία του δικτύου. Η έρευνα και ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών προϋποθέτει επίσης υψηλά κρατικά κονδύλια και σημαντικές ιδιωτικές επενδύσεις.

### **2.3.2 Επισκόπηση της ισραηλινής πολιτικής στον τομέα των ΑΠΕ**

Το Ισραήλ ήταν στην πρώτη γραμμή για την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για περισσότερα από 50 έτη, αλλά, με μόνη την εξαίρεση της ηλιακής θέρμανσης νερού, δεν κατάφερε να χρησιμοποιήσει αυτές τις τεχνολογικές εξελίξεις και να αναπτύξει τον δικό της τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές<sup>22</sup>. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται ελάχιστα στο Ισραήλ για

---

<sup>22</sup> Mor, A., Seroussi, S., Ainspan, M. (2009). *Electricity and Renewable Energy – Israel Profile* in Mason M., Mor A. etc (2009) *Renewable Energy in the Middle East*, The NATO Science for Peace and Security

την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παρά το γεγονός ότι υπάρχουν περισσότερες από 100 ισραηλινές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ανάπτυξης τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας. Τα επιτεύγματα των εταιριών αυτών σε επίπεδο έρευνας και κατασκευής έργων ανανεώσιμης ενέργειας σε ολόκληρο τον κόσμο, έχουν ως αποτέλεσμα να θεωρείται το Ισραήλ πρωτοπόρο στον τομέα αυτό.

Μία νέα προσπάθεια προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ξεκίνησε το έτος 1996 με την επικύρωση από το Ισραήλ της Σύμβασης Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Αλλαγή του Κλίματος, την οποία ακολούθησε η υπογραφή το έτος 1998 του Πρωτοκόλλου του Κιότο, το οποίο επικυρώθηκε από το Ισραήλ το Φεβρουάριο του 2004 και τέθηκε σε ισχύ ένα χρόνο αργότερα. Παρόλο που το Ισραήλ χαρακτηρίστηκε ως αναπτυσσόμενη και όχι ως αναπτυγμένη χώρα, ώστε να δημιουργείται σχετική υποχρέωση, η ισραηλινή κυβέρνηση δεσμεύτηκε οικειοθελώς να αναλάβει δράση για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στο πλαίσιο αυτό, η κυβέρνηση του Ισραήλ έθεσε ως στόχο ένα ποσοστό τουλάχιστον 2% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2007, το οποίο ποσοστό θα αυξανόταν σε 5% μέχρι το 2016 και σε 10% μέχρι το 2020<sup>23</sup>.

Στο μεταξύ, το Μάρτιο του 1996, τέθηκε σε ισχύ ο νόμος για τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο την αναδιοργάνωση του τομέα και τον τερματισμό του μονοπωλίου της Israel Electric Corporation στην παραγωγή, προμήθεια και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο νόμος αυτός έδινε τη δυνατότητα σε ανεξάρτητους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας να εισέλθουν στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και να παράγουν μέχρι και το 20% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος. Η προσδοκία ήταν ότι ο αυξημένος ανταγωνισμός θα επέτρεπε στους μικρούς παραγωγούς και στους παραγωγούς καθαρής ενέργειας να πωλούν ηλεκτρική ενέργεια στο σύστημα διανομής. Με τον τρόπο αυτό, δηλαδή λόγω της μείωσης του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, θα επιταχυνόταν η μετάβαση του Ισραήλ στην καθαρή ενέργεια, η παραγωγή της οποίας συνεπάγεται υψηλό κόστος. Με τον ίδιο νόμο προβλέφτηκε η σύσταση της Αρχής Ηλεκτρισμού με σκοπό τη ρύθμιση και εποπτεία της παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας για τη διασφάλιση της ανταγωνιστικότητας του τομέα, της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών και της

---

Programme

<sup>23</sup> Ο.π. [22] Mor, A., Seroussi, S., Ainspan, M.

δίκαιης τιμολόγησής τους<sup>24</sup>.

Το έτος 1998 συστήθηκε διυπουργική επιτροπή για την ενθάρρυνση εναλλακτικών μορφών ενέργειας με την ανάπτυξη εναλλακτικών ενεργειακών τεχνολογιών και με σκοπό τη μείωση της ρύπανσης και τον περιορισμό της εξάρτησης της χώρας από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Οι συστάσεις της επιτροπής περιελάμβαναν την εσωτερίκευση του εξωτερικού κόστους της ενέργειας που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα.

Ακολούθησε μία σειρά κυβερνητικών μέτρων που περιλαμβάνουν την υποστήριξη προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης για την προώθηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και τεχνολογιών έξυπνου δικτύου, την ενθάρρυνση του ανταγωνισμού μεταξύ των παραγωγών ενέργειας μέσω φορολογικών ελαφρύνσεων ή απαλλαγών, την επιδότηση επενδύσεων, το σχεδιασμό και κατασκευή ενεργειακών συστημάτων, όπως μεγάλα ηλιακά και αιολικά πάρκα, καθώς και άλλων συστημάτων, όπως μικρά υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά και βιομάζας. Από την επισκόπηση των μέτρων αυτών προκύπτει ότι η ηλιακή ενέργεια βρισκόταν πάντα στο επίκεντρο της κυβερνητικής πολιτικής στο Ισραήλ στο πλαίσιο της αναδιοργάνωσης του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας, και η προώθηση της χρήσης της αναγνωρίστηκε από πολύ νωρίς ως καθοριστικής σημασίας παράγοντας για την επίτευξη των στόχων που έχει θέσει μακροπρόθεσμα στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών.

Το έτος 2002 η κυβέρνηση του Ισραήλ αποφάσισε την κατασκευή και λειτουργία από ιδιώτες παραγωγούς σταθμών ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (κυβερνητική απόφαση 2664/2002). Όπως προαναφέρθηκε, στόχος της κυβέρνησης ήταν η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές τουλάχιστον σε ποσοστό 2% έως το 2007 και σε τουλάχιστον 5% έως το 2016.

Το έτος 2004 η Αρχή Ηλεκτρισμού, σε εκτέλεση της παραπάνω απόφασης, καθόρισε επιδοτούμενα τιμολόγια (FIT) για να ενθαρρύνει τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας να χρησιμοποιήσουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντί των ορυκτών καυσίμων. Η IEC ήταν υποχρεωμένη να πληρώνει καθορισμένα τιμολόγια για διαφορετικούς τύπους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στα τιμολόγια αυτά αντικατοπτριζόταν η μείωση του κόστους που προκύπτει από την πρόληψη των εκπομπών ρύπων από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ορυκτά καύσιμα. Τα ποσοστά ήταν εγγυημένα, αλλά είχαν ανώτατο όριο, οπότε η IEC υποχρεούνταν να

---

<sup>24</sup> Ο.π. [16] Lipstein, N. and Dr. Tal, A.

αγοράσει μόνο μια ορισμένη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, που παραγόταν από κάθε τύπο ανανεώσιμης ενέργειας, στην προνομισιακή τιμή.

Το έτος 2006 καθορίστηκαν τα πρώτα τιμολόγια που αφορούσαν μόνο σε εμπορικές ηλιακές εγκαταστάσεις. Το έτος 2008 τα τιμολόγια για τις ηλιακές εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας επανακαθορίστηκαν και, συγχρόνως, καθορίστηκαν τιμολόγια για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας με ποσοτώσεις για οικιακούς και μικρούς εμπορικούς παραγωγούς και για διαφορετικούς τύπους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Επίσης το έτος 2008, αποφασίστηκε η δημιουργία τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην πόλη Ασαλίμ στο νότιο Ισραήλ (απόφαση 3338/2008) με την κατασκευή δύο μεγάλων μονάδων ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων (CSP) και μιας φωτοβολταϊκής (PV) εγκατάστασης μεγάλης κλίμακας. Συγχρόνως, εγκρίθηκε ένα πενταετές πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης με στόχο την προώθηση του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (κυβερνητική απόφαση 3954/2008). Το σχέδιο περιελάμβανε τη δημιουργία ενός κέντρου τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο νότο, τον επαναπροσδιορισμό των εδαφικών τμημάτων που προοριζόνταν για έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την προετοιμασία ενός εθνικού σχεδίου για τον καθορισμό των όρων κατασκευής έργων ανανεώσιμης ενέργειας<sup>25</sup>.

Το έτος 2009 ορίζεται ότι το 5% και το 10% της ηλεκτρικής ενέργειας θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές έως το τέλος του έτους 2014 και 2020 αντίστοιχα (κυβερνητική απόφαση 4450/2009). Τα ποσοστά αυτά μεταφράζονται σε 1.550 MW και 2.760 MW εγκατεστημένης ισχύος αντίστοιχα, λαμβανομένου υπόψη του στόχου για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% έως το 2020. Ο στόχος αυτός απαιτούσε την κατασκευή περίπου 4 GW δυναμικού ανανεώσιμης ενέργειας κατά την επόμενη δεκαετία. Το σχέδιο της κυβέρνησης περιελάμβανε την κατασκευή 10 μεγάλων ηλιακών σταθμών στην έρημο Νεγκέβ μεταξύ 2010 και 2020. Επίσης, εγκρίθηκε η κατασκευή τριών σταθμών ηλιακής ενέργειας 50 έως 75MW ο καθένας στην περιοχή Εϊλάτ, στο νότιο τμήμα της ερήμου Νεγκέβ. Μεταξύ των κινήτρων για την κατασκευή των ηλιακών έργων ήταν ο εκ νέου καθορισμός των τιμολογίων από την Αρχή Ηλεκτρισμού για εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας, η ενθάρρυνση των επενδύσεων

---

<sup>25</sup> Israel Ministry of Environmental Protection. *Renewable Energy Policies, 1980-Present* [online]. Διαθέσιμο σε [http://www.sviva.gov.il/English/env\\_topics/climatechange/renewable-energy/Pages/Renewable-Energy-Planning-And-Policy.aspx](http://www.sviva.gov.il/English/env_topics/climatechange/renewable-energy/Pages/Renewable-Energy-Planning-And-Policy.aspx) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

στην έρευνα και ανάπτυξη, η επιτάχυνση της διαδικασίας έγκρισης της χρήσης γης<sup>26</sup>.

Το έτος 2010 το Εθνικό Συμβούλιο Σχεδιασμού και Οικοδόμησης του Υπουργείου Εθνικής Υποδομής ενέκρινε το Εθνικό Σχέδιο 10/D/10 για την εξεύρεση κατάλληλων χώρων για την εγκατάσταση μικρής και μεσαίας φωτοβολταϊκής υποδομής, συμπεριλαμβανομένων πάνελ στις στέγες και ηλιακά πεδία, ισχύος τουλάχιστον 500 MW. Τελικά, εγκρίθηκε η δυνατότητα κάλυψης με φωτοβολταϊκά έως και 300 ντόνουμ<sup>27</sup> γης (σημειώνεται ότι ένας φωτοβολταϊκός σταθμός μεσαίου μεγέθους που παράγει 5 MW ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτει περίπου 120 ντόνουμ γης).

Το ίδιο έτος η κυβέρνηση ενέκρινε σχέδιο δράσης με προϋπολογισμό 2,2 δισεκατομμυρίων NAK<sup>28</sup> για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% έως το 2020, μέσω των τομέων της ενεργειακής απόδοσης, της πράσινης οικοδόμησης, της μεταφοράς και της εκπαίδευσης. Το σχέδιο ζήτησε την αναθεώρηση των πρόσθετων μέτρων πολιτικής, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Τον Αύγουστο του 2010 εισήχθη νέα ποσόστωση 120 MW για μικρούς εμπορικούς παραγωγούς και, συγχρόνως, απεριόριστη ποσόστωση για οικιακούς καταναλωτές (μόνο για το έτος 2011).

Το έτος 2011 με κυβερνητική απόφαση ρυθμίστηκαν θέματα σχετικά με τη χορήγηση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τις συμβάσεις προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ παραγωγών και IEC, ενώ από το ίδιο έτος και μέχρι το Φεβρουάριο του 2012 εγκρίθηκαν ποσοτώσεις και τιμολόγια για συνολική ισχύ από ανανεώσιμες πηγές 2,1 GW, με το μεγαλύτερο μέρος αυτής να αντιστοιχεί στην ισχύ από μεγάλες θερμικές ηλιακές και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις στις στέγες.

Κατά το ίδιο έτος συστήθηκε διυπουργική επιτροπή με αντικείμενο τον καθορισμό της τιμής της ανανεώσιμης ενέργειας έως τον Ιούνιο του 2012, μετά από αποτίμηση της ωφέλειας από τη χρήση της και την εσωτερικευση του κόστους χρήσης αυτής. Τέλος, ανατέθηκε στο Υπουργείο Εσωτερικών να καταργήσει τις νομοθετικές διατάξεις που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συστήθηκε μια

---

<sup>26</sup> International Energy Agency (IEA). *Renewable energy targets and promotion policy, Israel* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/israel/name-24517-en.php> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

<sup>27</sup> 1 ντόνουμ ισοδυναμεί με 1338 τ.μ.

<sup>28</sup> Σημερινή ισοτιμία ευρώ προς νέο ισραηλινό σεκέλ: 1€ = 4.2618 NAK ή ILS



διυπουργική ομάδα για την εποπτεία της αξιολόγησης και ανάπτυξης των ισραηλινών τεχνολογιών<sup>29</sup>.

Το Δεκέμβριο του 2012 η Αρχή Ηλεκτρισμού ενέκρινε το σύστημα του Net-Metering για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε αντικατάσταση του συστήματος των τιμολογίων. Πρόκειται, πρακτικά, για ένα σύστημα συμψηφισμού παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας. Ειδικότερα, καθορίστηκε ένα ανώτατο όριο των 400 MW. Οι καταναλωτές-παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορούν να εξοικονομήσουν το κόστος λιανικής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της αυτοκατανάλωσης, αλλά θα επιβαρύνονται με το κόστος εξισορρόπησης του δικτύου. Το πλεόνασμα της παραγωγής που θα εισάγεται στο δίκτυο θα λαμβάνει πίστωση η οποία θα μειώνεται από το λογαριασμό κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο τέλος του μήνα (το πλεόνασμα παραγωγής θα αντισταθμίζεται με το πλεόνασμα κατανάλωσης). Για τη χρήση του δικτύου από τον καταναλωτή η τιμολόγηση για το κόστος ενσωμάτωσης στο δίκτυο θα μειώνεται από την αξία της πίστωσης στον καταναλωτή ανάλογα με την τάση του δικτύου του (υψηλή ή χαμηλή) και ανάλογα με το χρόνο χρήσης του δικτύου. Επίσης, προβλέπεται η δυνατότητα συγκέντρωσης και μεταφοράς της πίστωσης εντός χρονικού διαστήματος 2 ετών. Τέλος, προβλέφτηκε η δυνατότητα πώλησης της πίστωσης από το πλεόνασμα είτε στο δίκτυο είτε σε άλλους καταναλωτές<sup>30</sup>.

Ενόψει της υπογραφής της Σύμβασης του Παρισιού για την αλλαγή του κλίματος, η οποία απαιτούσε την προετοιμασία σε εθνικό επίπεδο των συμβαλλόμενων μερών, κυρίως, σε ό,τι αφορά στον καθορισμό στόχων για τον περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030, εκδόθηκε το Σεπτέμβριο του 2015 η κυβερνητική απόφαση 542/2015. Με την απόφαση αυτή, η ισραηλινή κυβέρνηση έθεσε ως στόχο τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου σε 8,8 τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) κατά κεφαλή μέχρι το 2025 και σε 7,7 τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) κατά κεφαλή μέχρι το 2030. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, με την ίδια απόφαση καθορίστηκαν ως επιμέρους στόχοι η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά ποσοστό τουλάχιστον 17% και η μείωση της κυκλοφορίας ιδιωτικών

---

<sup>29</sup> Ο.π. [25]

<sup>30</sup> International Energy Agency (IEA). *Israel Net-Metering regulation Framework* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/israel/name-165077-en.php> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

αυτοκινήτων τουλάχιστον κατά 20% έως το 2030. Στο πλαίσιο της ίδια απόφασης, τέθηκε ως πρόσθετος στόχος ένα ποσοστό τουλάχιστον 17% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2030.

Στις 22 Απριλίου 2016 το Ισραήλ υπέγραψε τη Σύμβαση του Παρισιού. Σε συνέχεια της παραπάνω κυβερνητικής απόφασης, η κυβέρνηση του Ισραήλ με την απόφαση 1403/2016 περιγράφει ένα εθνικό σχέδιο για την υλοποίηση των στόχων που είχε θέσει ως συμβαλλόμενο μέρος στη Σύμβαση του Παρισιού. Ειδικά σε ό,τι αφορά στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, το σχέδιο προέβλεπε τη λήψη των μέτρων που αναφέρονται αναλυτικά στον

Πίνακας 1.

**Πίνακας 1** Emissions Reduction Measures in the Electricity Sector, as per Government Decision 1403

Πηγή: <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0801-P0900/P0836eng.pdf>

| Type of Measure                                | Description of the Measure   | Responsible Party   | Completion Date |
|--|--|---|-----------------|
| <b>Additional measures</b>                     | <p>Publishing a plan for achieving the targets for electricity generation from renewable energy, which will take into consideration, inter alia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technical and economic benefits as well as feasibility and availability of different renewable energy technologies;</li> <li>• Operational considerations of the electricity sector due to the integration of renewable energy production facilities using the different technologies;</li> <li>• Minimization of market costs and other policy considerations.</li> </ul>                               | Minister of Energy  | 31.12.16        |
| <b>Regulation</b>                              | Setting arrangements for implementing the plan to reach the renewable energy target, including implementation of the production target for 2020.   | Electricity Authority   | 31.6.2016       |
| <b>Economic Incentive</b>                      | Granting tax benefits, in the form of accelerated depreciation at a 20% rate over a three-year period, to photovoltaic commercial facilities that will be integrated in the net metering arrangement of the Electricity Authority.   | Minister of Finance   | *               |
| <b>Removal of barriers to renewable energy</b> | <p>Evaluating barriers to the construction of renewable energy facilities and submitting recommendations for minimizing these barriers. The team will evaluate, inter alia, the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extending the duration of production licenses for renewable energy electricity generating facilities to a period longer than 20 years, taking into consideration the economic life of the facilities;</li> <li>• Cancelling or reducing the requirement for furnishing shareholder's equity for renewable energy electricity-generating facilities.</li> </ul> | Director General of the Ministry of Energy, in cooperation with the Electricity Authority, Ministry of Finance, Israel Lands Authority, Ministry of the Interior, Ministry of Economy, MoEP and the Chief Government Assessor | 30.9.2016       |
| <b>Removal of barriers</b>                     | Removing barriers to promoting the planning of large-scale land uses for renewable energy.   | Ministry of Energy and MoEP   | *               |
| <b>Removal of barriers</b>                     | Submitting a decision proposal to the Israel Lands Council for setting a uniform price for the allocation of land for the construction of renewable energy electricity-generating facilities, taking into consideration the type of project and the land   | Minister of Finance   | *               |

|                            |   |  |           |
|----------------------------|---|--|-----------|
|                            | designation, and according to rules that will be set by the Chief Government Assessor.  |  |           |
| <b>Removal of barriers</b> | Evaluating easements for dual use of land to encourage the construction of renewable energy facilities.   | Israel Lands Authority   | *         |
| <b>Economic incentive</b>  | Completing the legislative process for granting income tax exemption to an individual who generates household electricity, up to an annual income of NIS 18,000 (in 2008 prices), from the production of electricity from photovoltaic or wind energy.  | Minister of Finance  | *         |
| <b>Regulation</b>          | Evaluating the integration of photovoltaic facilities on the roofs of buildings.  | Accountant General of the Ministry of Finance  | 1.6.2016  |
| <b>Removal of barriers</b> | Completing a bird sensitivity map in order to increase the certainty in locating wind energy electricity-generating facilities.   | Minister of Environmental Protection   | 20.9.2016 |
| <b>Regulation</b>          | Amending Government Decision No. 2117 of 22.10.2014 so that in section E of the previous Government Decision regarding power supply to the grid from photovoltaic stations the words "30 MW" will be replaced by "up to 40 MW."   | --   | *         |
| <b>Additional measures</b> | Evaluating and formulating additional measures for a further reduction of GHG emissions, including in the electricity sector, in order to meet the national targets for GHG emissions reduction, including evaluating the manner of coal use for electricity production while safeguarding Israel's energy security and evaluating the use of biomass as an alternative fuel. | Ministry of Energy (including the Electricity Authority), Ministry of Finance, Ministry of Economy, and MoEP | 30.8.2016 |
| <b>Regulation</b>          | Amending the development plan of the Israel Electric Corporation so as not to include the construction of Power Plant D in Ashkelon, following full consultation with the Electricity Authority.  | Minister of Energy and Minister of Finance   | *         |

\* According to timetables to be set by the interministerial committee

Τα μέτρα αυτά, που αναμενόταν ότι θα συνέβαλλαν κατά ποσοστό 53% στην επίτευξη του στόχου της ισραηλινής κυβέρνησης για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, κινούνταν σε δύο άξονες: τη μείωση στη χρήση του άνθρακα κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Συγκεκριμένα, για τη μείωση στη χρήση του άνθρακα αποφασίστηκε το κλείσιμο των τεσσάρων παλαιότερων και πιο ρυπογόνων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα του εργοστασίου Otrot Rabin στη Χαντέρα και η εξασφάλιση προτεραιότητας φόρτωσης στις μονάδες της IEC συνδυασμένου κύκλου παραγωγής ενέργειας (με τη χρήση φυσικού αερίου), λαμβανομένων υπόψη των τεχνικών περιορισμών και της βιωσιμότητας του συστήματος. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές η κυβερνητική απόφαση 1403/2016 προέβλεπε την παροχή οικονομικών κινήτρων, φορολογικών ελαφρύνσεων και την άρση των δυσχερειών σε ό,τι αφορά στις εκτάσεις, όπου θα ήταν δυνατή η ανάπτυξη εγκαταστάσεων ανανεώσιμης ενέργειας.

Από το έτος 1996 η κυβέρνηση του Ισραήλ με τις αποφάσεις και τις δεσμεύσεις της επιβεβαίωσε μεν την προσήλωση στους στόχους που είχε θέσει σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πλην όμως, καθυστέρησε σημαντικά το σχεδιασμό μίας ολοκληρωμένης εθνικής στρατηγικής για την υλοποίησή τους. Έτσι, για παράδειγμα, ενώ από το έτος 2002 με κυβερνητική απόφαση προβλέφτηκε η δυνατότητα ιδιωτικών παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας να κατασκευάσουν και να λειτουργήσουν σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, οι δυσχέρειες ή η αδυναμία έκδοσης των απαιτούμενων αδειών, η ασυνέπεια στην πολιτική των επιδοτούμενων τιμολογίων, η έλλειψη κρατικών κεφαλαίων απέτρεπαν τους ενδιαφερόμενους ιδιώτες παραγωγούς να δραστηριοποιηθούν στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μέχρι το έτος 2012, άλλωστε, το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας του Ισραήλ μπορούσε να απορροφήσει μόνο ποσοστό 5% - 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και, επομένως, απαιτούνται ακόμα μεγάλες επενδύσεις για την επίτευξη των κυβερνητικών στόχων για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας<sup>31</sup>.

Οι στόχοι που έθεσε η κυβέρνηση της χώρας για τα έτη 2007 και 2016 σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν επιτεύχθηκαν, καθώς αυτές αντιπροσωπεύουν μέχρι σήμερα περίπου το 2,5% του ενεργειακού εφοδιασμού του Ισραήλ<sup>32</sup>. Ωστόσο, η εντατικοποίηση της έρευνας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών με τη χρηματοδότηση δημοσίων και ιδιωτικών φορέων, η οικονομική ενίσχυση μέσω κρατικών προγραμμάτων νεοσύστατων καινοτόμων επιχειρήσεων και η υφιστάμενη τεχνογνωσία κορυφαίων ισραηλινών εταιριών που δραστηριοποιούνται στον τομέα της καθαρής ενέργειας κατασκευάζοντας έργα σε όλο τον κόσμο, προσελκύουν το επενδυτικό ενδιαφέρον μεγάλων εταιριών και αυξάνουν σημαντικά την πιθανότητα οι επόμενοι κυβερνητικοί στόχοι να μπορούν να επιτευχθούν.

---

<sup>31</sup> Zetelny, I. (2012). *Renewable Energy Recap: Israel* [online]. Article in Renewable Energy World. Διαθέσιμο σε <https://www.renewableenergyworld.com/articles/2012/01/renewable-energy-recap-israel.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

<sup>32</sup> Israel Energy Data from Central Bureau of Statistics website [http://www.cbs.gov.il/ts/databank/building\\_func\\_e.html?level\\_1=42](http://www.cbs.gov.il/ts/databank/building_func_e.html?level_1=42)

### **2.3.3 Φορείς προώθησης ΑΠΕ και ανάπτυξης τεχνολογιών έξυπνου δικτύου**

Η καθυστέρηση ανάπτυξης ενός ισχυρού τομέα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο Ισραήλ δεν οφειλόταν αποκλειστικά στο μη συστηματικό χαρακτήρα του κυβερνητικού σχεδιασμού και στα περιορισμένα κρατικά κεφάλαια. Η ίδια η φύση της ανανεώσιμης ενέργειας προϋποθέτει την ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης και έξυπνου δικτύου, προκειμένου να είναι δυνατή η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς να επηρεάζεται η αξιοπιστία και βιωσιμότητα του δικτύου. Η αναγκαιότητα ανάπτυξης των παραπάνω τεχνολογιών ειδικά στο Ισραήλ που στερείται ηλεκτρικών διασυνδέσεων με τις γειτονικές χώρες είναι πολλαπλάσια από οποιαδήποτε άλλη χώρα που επιχειρεί να εντάξει την ανανεώσιμη ενέργεια στο ενεργειακό της μίγμα.

Η κυβέρνηση του Ισραήλ, όπως προαναφέρθηκε, έθεσε ως στόχο το 10% των ενεργειακών αναγκών του Ισραήλ να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020. Ο στόχος αυτός εκτιμάται ότι μπορεί να επιτευχθεί με συνολική εγκατεστημένη παραγωγική ικανότητα 2.760 MW προερχόμενη κυρίως από εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας. Η επίτευξη του στόχου αυτού δημιουργεί την ανάγκη για εφεδρική ισχύ στην ισραηλινή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία έχει τα μοναδικά χαρακτηριστικά ενός "νησιού ηλεκτρικής ενέργειας".

Στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα, είναι δυνατή η αποθήκευση καυσίμων στην εγκατάσταση και η παροχή καυσίμων στους σταθμούς συνεχώς. Επιπλέον, είναι δυνατό να μειωθεί ή να αυξηθεί το φορτίο από το διαχειριστή του συστήματος ανάλογα με τη ζήτηση ενέργειας. Αντίθετα, οι ηλιακοί σταθμοί βασίζονται στην ένταση της ακτινοβολίας που δεν μπορεί να ελεγχθεί από τον ιδιοκτήτη του σταθμού και το διαχειριστή του συστήματος. Επομένως, είναι απαραίτητη η ύπαρξη εφεδρικών πηγών και σύστημα αποθήκευσης ενέργειας για την ανταπόκριση του συστήματος στη ζήτηση ενέργειας. Χωρίς αυτές τις εφεδρικές πηγές, η αντικατάσταση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με βάση τα ορυκτά καύσιμα από ανανεώσιμες εγκαταστάσεις, τουλάχιστον σε ένα ορισμένο επίπεδο αντικατάστασης, είναι πιθανό να προκαλέσει την κατάρρευση του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Η εξασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος συγχρόνως με την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί πρόκληση για τον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και τη χάραξη πολιτικής για την ισραηλινή αγορά

ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε δεύτερο στάδιο τίθεται το ζήτημα της σύνδεσης των μονάδων αποθήκευσης με το ηλεκτρικό δίκτυο με τρόπο που να καθίσταται δυνατό στο διαχειριστή του συστήματος να αντιμετωπίσει τα προβλήματα της διακοπτόμενης παροχής ενέργειας από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών. Το ζήτημα γίνεται ακόμα πιο περίπλοκο εάν η ενέργεια που αποθηκεύεται προέρχεται επίσης από ανανεώσιμες πηγές προκειμένου να μειωθεί η συμβατική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται συστήματα συνεχούς και βελτιωμένης ανάλυσης και καταγραφής των δεδομένων για την εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας, την ανίχνευση και αποκατάσταση βλαβών και αστοχιών του δικτύου, την τιμολόγηση της κατανάλωσης και προσφοράς ενέργειας σε πραγματικό χρόνο και τη συμμετοχή των καταναλωτών, οι οποίοι μπορούν να ελέγχουν την ενέργεια που αγοράζουν από το δίκτυο και το πλεόνασμα ενέργειας που πωλούν σε αυτό, δηλαδή απαιτείται η ανάπτυξη τεχνολογιών έξυπνου δικτύου.

#### *2.3.3.1 Δημόσιος τομέας*

Η κυβέρνηση του Ισραήλ συνειδητοποίησε έγκαιρα την ανάγκη χρηματοδότησης της έρευνας και ανάπτυξης του τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας, καθώς μόνο οι νομοθετικές και διοικητικές ρυθμίσεις για την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών δεν θα ήταν σε θέση να προάγουν τους κυβερνητικούς ενεργειακούς στόχους.

1. Η αρμοδιότητα για την ανάπτυξη της καινοτομίας και προώθησης των εξαγωγών ανατέθηκε στο Υπουργείο Βιομηχανίας, Εμπορίου και Εργασίας (ήδη Υπουργείο Οικονομίας και Βιομηχανίας). Το Γραφείο του Επικεφαλής Επιστήμονα (OCS) του υπουργείου που από το έτος 2016 έχει μετονομαστεί σε Ισραηλινή Αρχή Καινοτομίας, είναι μία ανεξάρτητη δημόσια αρχή, επιφορτισμένη με την εφαρμογή της κυβερνητικής πολιτικής για τη στήριξη της βιομηχανικής έρευνας και ανάπτυξης. Στόχος της Αρχής Καινοτομίας είναι να βοηθήσει στην ανάπτυξη της τεχνολογίας στο Ισραήλ ως μέσο ενίσχυσης της οικονομικής ανάπτυξης, ενθάρρυνσης της τεχνολογικής καινοτομίας και επιχειρηματικότητας, αξιοποίησης του επιστημονικού δυναμικού του Ισραήλ και να προάγει τη συνεργασία στον τομέα της

έρευνας και ανάπτυξης, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η αρχή παρέχει χρηματοδότηση σε μία σειρά προγραμμάτων που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο να καταστήσουν το Ισραήλ ένα σημαντικό κέντρο επιχειρηματικότητας υψηλής τεχνολογίας.

Τα προγράμματα αυτά απευθύνονται σε νέους επιχειρηματίες, ώριμες εταιρείες που αναπτύσσουν νέα προϊόντα ή διαδικασίες παραγωγής, ακαδημαϊκές ομάδες που επιθυμούν να μεταφέρουν τις ιδέες τους στην αγορά, πολυεθνικές εταιρείες που ενδιαφέρονται για ισραηλινή τεχνολογία, ισραηλινές εταιρείες που αναζητούν νέες αγορές στο εξωτερικό και παλαιές επιχειρήσεις και εργοστάσια που επιδιώκουν να συμπεριλάβουν καινοτόμα και προηγμένα συστήματα παραγωγής στον εξοπλισμό τους. Στόχος των προγραμμάτων είναι η μετατροπή της ακαδημαϊκής έρευνας σε προϊόντα τεχνολογίας και η μεταφορά της τεχνολογίας στη βιομηχανία για την προώθησή της στην παγκόσμια αγορά.

Στο πλαίσιο του προγράμματος MAGNET, για παράδειγμα, η Αρχή Καινοτομίας παρείχε πενταετή χρηματοδότηση σε μία κοινοπραξία για την ανάπτυξη τεχνολογιών νέας γενιάς στον τομέα των επικοινωνιών και του έξυπνου δικτύου. Η κοινοπραξία αυτή ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, η οποία χρηματοδοτήθηκε επί μία πενταετία από τον προϋπολογισμό της Αρχής, αποτελούνταν από επτά βιομηχανικές επιχειρήσεις και πέντε κορυφαία πανεπιστήμια.

Ένα άλλο πρόγραμμα, το πρόγραμμα NewTech επικεντρώνεται στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το πρόγραμμα ενθαρρύνει τις ισραηλινές επιχειρήσεις και τα άτομα να εισέλθουν και να επενδύσουν στον τομέα, καθώς και να σχηματίσουν σχέσεις με πιθανούς εταίρους στο εξωτερικό. Στόχος του προγράμματος είναι η προώθηση των τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας του Ισραήλ τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

2. Το Υπουργείο Ενέργειας και Υδάτινων Πόρων, το οποίο καθορίζει τη δομή της αγοράς ενέργειας του Ισραήλ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην προώθηση της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα της έξυπνης ενέργειας. Το Γραφείο του Επικεφαλής Επιστήμονα του υπουργείου χρηματοδοτεί από το

έτος 2007 το πρόγραμμα Heznek (η εβραϊκή λέξη εκκίνηση) για τη διευκόλυνση της έρευνας και ανάπτυξης και τη ενθάρρυνση νέων ιδεών και πρωτοβουλιών στον τομέα ενέργειας και της ανανεώσιμης ενέργειας ειδικότερα. Το Υπουργείο προσφέρει οικονομική υποστήριξη σε νέες επιχειρήσεις σε ένα ποσοστό του 62,5% του εγκεκριμένου προϋπολογισμού έως 625.000 ILS<sup>33</sup> για έργα τεχνολογικής καινοτομίας.

Συγχρόνως, το υπουργείο στηρίζει απευθείας την ακαδημαϊκή έρευνα με χρηματοδότηση σε ποσοστό 100% της έρευνας που κερδίζει τον ετήσιο διαγωνισμό που διεξάγεται στο πλαίσιο άλλου προγράμματος.

Τέλος, στο πλαίσιο τρίτου προγράμματος το υπουργείο παρέχει στήριξη σε πιλοτικά προγράμματα και προγράμματα επίδειξης στον τομέα των νέων τεχνολογιών με χρηματοδότηση του 50%. Η υποστήριξη των προγραμμάτων επίδειξης μπορεί να περιλαμβάνει την πρόβλεψη ειδικής ποσόστωσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή, η χρηματοδότηση παρέχεται μέσω επιδοτούμενου τιμολογίου για 20 έτη.

3. Τον Αύγουστο του 2008 ιδρύθηκε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Διατήρησης της Ενέργειας για την προώθηση της Ισραηλινής έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών, την ενθάρρυνση ιδιωτικών επενδύσεων στον ίδιο τομέα και την εμπορία και εξαγωγή της σχετικής ισραηλινής καινοτομίας. Στην ηγεσία του κέντρου βρίσκεται μία κοινοπραξία μεταξύ πανεπιστημιακών ιδρυμάτων, βιομηχανικών και χρηματοπιστωτικών εταιριών. Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του Κέντρου διατίθενται χώροι για πειραματισμό, ανάπτυξη και επίδειξη έργων τεχνολογίας. Τα έργα που πρόκειται να αναπτυχθούν επιλέγονται από κοινού από το Κέντρο και από μία επιτροπή με επικεφαλής το OCS. Η συμβολή της κυβέρνησης εκτείνεται στην παροχή χρηματοδότησης και την καλλιέργεια της συνεργασίας μεταξύ του ακαδημαϊκού κόσμου, της βιομηχανίας και του Κέντρου.

---

<sup>33</sup> Σημερινή ισοτιμία ευρώ προς νέο ισραηλινό σεκέλ: 1€ = 4.2618 ILS



### 2.3.3.2 Εγχώρια βιομηχανία και πανεπιστημιακά ιδρύματα

Εξίσου σημαντική με τις προσπάθειες των δημόσιων φορέων για την προώθηση της έρευνας και ανάπτυξης τεχνολογιών έξυπνου δικτύου είναι και η συνδρομή των υφιστάμενων εταιριών που έχουν καθιερωθεί τόσο στον τομέα της ενέργειας όσο και στους τομείς των επικοινωνιών, της πληροφορικής και της ασφάλειας. Λόγω της συσσωρευμένης εμπειρίας και τεχνογνωσίας του ανθρώπινου δυναμικού των εταιριών αυτών δεν προκαλεί έκπληξη η επέκτασή τους σε νέους τομείς τεχνολογικής δραστηριότητας, και η επένδυση των κεφαλαίων τους στην έρευνα και ανάπτυξη γύρω από τους τομείς αυτούς. Ειδικά στην περίπτωση των τεχνολογιών έξυπνου δικτύου η αξιοποίηση της γνώσης και της εμπειρίας βιομηχανικών επιχειρήσεων υψηλής τεχνολογίας είναι καθοριστικής σημασίας από κάθε άποψη, επιχειρηματική, οικονομική και εργατικού δυναμικού. Από τις παραπάνω εταιρίες δεν θα μπορούσε να απουσιάζει η IEC, ο βασικός παίκτης στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και με σχετική καθυστέρηση, λαμβανομένου υπόψη του κεντρικού της ρόλου στην εγχώρια ηλεκτρική βιομηχανία, το έτος 2013 η IEC έκανε το πρώτο βήμα για την ενθάρρυνση της ανάπτυξης καινοτόμων τοπικών βιομηχανιών έξυπνης και πράσινης ενέργειας δημιουργώντας τη μονάδα KARAT, μέσω της οποίας χρηματοδοτεί καινοτόμες επιχειρηματικές δραστηριότητες<sup>34</sup>.

Ανάλογης σημασίας για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών αποδείχτηκε και η συμβολή της ακαδημαϊκής κοινότητας σε μία χώρα που έχει αποδείξει ότι η οικονομία πρέπει να βασίζεται στη γνώση. Με τις προσθήκες στα προγράμματα σπουδών, τη δημιουργία νέων τμημάτων σπουδών, τη σύσταση ερευνητικών ομάδων και τη διάθεση χώρων πειραματισμού και δοκιμής των νέων τεχνολογιών τα πανεπιστημιακά ιδρύματα αναδείχθηκαν σε καθοριστικό παράγοντα ανάπτυξης τεχνολογιών έξυπνου δικτύου και καθαρής ενέργειας.

Στο Πανεπιστήμιο του Τελ Αβίβ λειτουργεί Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Τριακόσιοι ερευνητές από συνολικά επτά σχολές του πανεπιστημίου συνεργάζονται στο πεδίο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το Κέντρο συνάπτει διεθνείς συμβάσεις και προσφέρει χρηματοδότηση για επιλεγμένα ερευνητικά έργα σχετικά με την αποθήκευση ενέργειας, την ηλιακή ενέργεια και τη βιομάζα και κινητοποιείται για την

---

<sup>34</sup> Ο.π. [9] Shaviv, E., Caine, E. M., Grossman, G.

ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα καθαρής ενέργειας. Επί του παρόντος, το Κέντρο επιβλέπει μια εθνική μελέτη για το ηλεκτρικό αυτοκίνητο σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Μπαρ-Ιλάν.

### **2.3.4 Διακρατικές συμφωνίες ηλεκτρικής διασύνδεσης**

Ο δρόμος για την περαιτέρω προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο Ισραήλ άνοιξε μετά τις τριμερείς συμφωνίες συνεργασίας στον τομέα της ενέργειας που πρόκειται να υπογραφούν εντός του 2018 μεταξύ του Ισραήλ, της Ελλάδας και της Κύπρου. Η ανακάλυψη εγχώριων κοιτασμάτων φυσικού αερίου έδωσε το έναυσμα στο Ισραήλ να επιχειρήσει να άρει την απομόνωση της ενεργειακής του αγοράς δημιουργώντας διασυνδέσεις ηλεκτρικής ενέργειας με τη δύση διά των δύο μεσογειακών γειτονικών χωρών.

Η Διασύνδεση EuroAsia, όπως ονομάζεται, είναι ένα κορυφαίο Έργο Κοινού Ενδιαφέροντος (PCI) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που συνδέει τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας του Ισραήλ, της Κύπρου και της Ελλάδας (Κρήτη-Αττική), μέσω υποθαλάσσιου καλωδίου συνεχούς ρεύματος (DC) και επίγειους σταθμούς μετατροπής συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης (HVDC), σε κάθε σημείο σύνδεσης, συνολικής χωρητικότητας 2000MW. Το έργο αυτό συνολικού μήκους 1.520 χιλιομέτρων ενώνει δύο ηπείρους δημιουργώντας έναν εναλλακτικό τρόπο για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από και προς την Ευρώπη.

Ως σημαντικότερα από τα οφέλη του έργου αυτού, το οποίο είναι συμβατό με την ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπό την έννοια ότι συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων που έχει θέσει στον τομέα αυτό, καταγράφονται ο τερματισμός της ενεργειακής απομόνωσης της Κύπρου και του Ισραήλ, ο ασφαλής εφοδιασμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα αποθέματα φυσικού αερίου στην Κύπρο και το Ισραήλ και από τις διαθέσιμες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και, παράλληλα, η συμβολή του στην ολοκλήρωση της ευρωπαϊκής εσωτερικής αγοράς, την ουσιαστική ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου.

Ο προσανατολισμός του ενεργειακού τομέα του Ισραήλ προς την καθαρή ενέργεια ήταν σαφής από τα πρώτα έτη ίδρυσης του κράτους. Οι προσπάθειες υλοποίησης των στόχων

της ενεργειακής πολιτικής του Ισραήλ, όπως αυτοί επαναπροσδιορίστηκαν με βάση τις εξελίξεις σε διεθνές επίπεδο, δεν ήταν χωρίς εμπόδια. Οι εγγενείς δυσκολίες από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από οικονομικής και τεχνικής άποψης δυσχέραναν περαιτέρω την ευρύτερη χρήση τους. Παρά, ωστόσο, τα όποια προβλήματα οι προσπάθειες ήταν συνεχείς και επίμονες εκ μέρους των φορέων τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα. Οι στόχοι μέχρι σήμερα δεν έχουν επιτευχθεί, πλην όμως η εκτεταμένη έρευνα που διεξάγεται στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η πολύτιμη τεχνογνωσία των ισραηλινών εταιριών που δραστηριοποιούνται επιχειρηματικά στον τομέα αυτό εντός και εκτός των εθνικών συνόρων αποτελούν αξιόπιστες ενδείξεις ότι οι προσδοκίες για την επίτευξη των στόχων στο εγγύς μέλλον δεν θα διαψευστούν. Τα αποτελέσματα των παραπάνω προσπαθειών ειδικά στον τομέα της ηλιακής ενέργειας παρουσιάζονται παρακάτω.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ηλιακή ενέργεια

### 3.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του Ισραήλ όσον αφορά στην ανανεώσιμη ενέργεια είναι ο ήλιος. Σύμφωνα με την εκτίμηση του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας του Πανεπιστημίου του Τελ Αβίβ, η κάλυψη μόνο του 8% της ερήμου Νεγκέβ με φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία μπορούν να μετατρέψουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια, θα αρκούσε για να καλύψει όλες τις ενεργειακές ανάγκες του Ισραήλ. Ακριβώς λόγω της υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας, ιδίως στις περιοχές ερήμου που διαθέτει, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι το Ισραήλ πρωτοστάτησε ήδη από τη δεκαετία του 1950 στη χρήση ηλιακής ενέργειας και, στη συνέχεια, στην έρευνα και ανάπτυξη προηγμένης ηλιακής τεχνολογίας. Η πιο πρόσφατη δέσμευση του Ισραήλ για την ανάπτυξη και την έρευνα στον τομέα της ηλιακής ενέργειας στα ισραηλινά πανεπιστήμια και τα ερευνητικά ιδρύματα, έχει να επιδείξει σήμερα εξαιρετικά αποτελέσματα. Στα χέρια των ισραηλινών, ενός λαού με μακρά παράδοση στην επιχειρηματικότητα και την καινοτομία, ο φυσικός αυτός πόρος απέκτησε μεγάλη προστιθέμενη αξία στην προσπάθεια απεξάρτησης της χώρας από τα ορυκτά καύσιμα. Συγχρόνως, η αξιοποίηση της άφθονης ηλιακής ακτινοβολίας αναδείχτηκε για το Ισραήλ ο κύριος σύμμαχος στην προσπάθειά του να εναρμονιστεί με τους βασικούς στόχους της ενεργειακής πολιτικής των σύγχρονων αναπτυγμένων κρατών. Η προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας και, κυρίως, της ηλιακής ενέργειας αποτελεί για το Ισραήλ μοναδικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των αυξανόμενων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και συγχρόνως για την αντιμετώπιση των ζητημάτων της αύξησης της τιμής των ορυκτών καυσίμων στη Μέση Ανατολή και της ενεργειακής ασφάλειας της χώρας.

Οι νομοθετικές επιλογές, η χρηματοδότηση της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα μέτρα που λήφθηκαν για την είσοδο ιδιωτών στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, η δέσμευση του Ισραήλ σε διεθνές επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος, η διευκόλυνση των επενδύσεων στον τομέα της ενέργειας και οι διακρατικές συνεργασίες σε θέματα ενέργειας υπαγορεύτηκαν σε

μεγάλο βαθμό από τη δυνατότητα του Ισραήλ να αξιοποιήσει την ηλιακή ενέργεια, ώστε να θεωρείται σήμερα πρωτοπόρο στον τομέα αυτό.

Οι αρχικές προσδοκίες ότι η ανάπτυξη ηλιακής τεχνολογίας θα συνέβαλε αποφασιστικά στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας επιβεβαιώθηκαν. Η οικονομία του Ισραήλ, μίας χώρας με εξαιρετικά περιορισμένους πόρους, με άγωνα ως επί το πλείστον εδάφη και με απομονωμένη ενεργειακή αγορά, σημειώνει εντυπωσιακά ποσοστά ανάπτυξης λόγω της καινοτομίας που έχει να επιδείξει, μεταξύ άλλων και κυρίως, στον τομέα της ηλιακής ενέργειας. Ισραηλινές εταιρίες δραστηριοποιούνται και διακρίνονται παγκοσμίως για τα ηλιακά έργα που έχουν κατασκευάσει και τα οποία αποτελούν μοναδικά παραδείγματα καινοτομίας.

Και παρόλο που ο αρχικός ενθουσιασμός και η ένταση των αρχικών προσπαθειών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και, κυρίως, από την ηλιακή ενέργεια μειώθηκαν λόγω της ανακάλυψης στο Ισραήλ κατά τη διετία 2009-2010 σημαντικών αποθεμάτων φυσικού αερίου, το Ισραήλ ποτέ δεν έπαυε να επενδύει σημαντικά δημόσια και ιδιωτικά κονδύλια στην έρευνα και ανάπτυξη, προκειμένου να καταφέρει να παράγει σημαντικές ποσότητες ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών.

Οι φορείς ανάπτυξης στο Ισραήλ διαθέτουν σήμερα την απαραίτητη τεχνογνωσία, ωστόσο, η μετατροπή της σε ηλιακά έργα μεγάλης κλίμακας εντός της χώρας δεν έχει φτάσει ακόμα σε ικανοποιητικά επίπεδα, κυρίως, λόγω του ύψους των απαιτούμενων κεφαλαίων. Ειδικότερα, η μεγάλης κλίμακας εισαγωγή ηλιακής ενέργειας στο εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί την επέκταση της δυναμικότητάς του. Επιπλέον, εξακολουθούν να υπάρχουν σοβαροί τεχνικοί φραγμοί στον τομέα της ηλιακής ενέργειας, με κυριότερο τη μη επαρκή ανάπτυξη της ικανότητας αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλό κόστος, δεδομένου ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να παραχθεί μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας και, συγχρόνως, επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Η ύπαρξη αυτών των φραγμών σημαίνει ότι το σύστημα απαιτεί αποθέματα παραγωγικής ικανότητας για να ικανοποιήσει τη ζήτηση κατά τη διάρκεια της νύχτας και κατά τη διάρκεια των ημερών χωρίς ήλιο. Ως εκ τούτου, η χρήση των νέων τεχνολογιών απαιτεί, συγχρόνως, την ορθολογική διαχείριση του συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας<sup>35</sup>. Τέλος, το κόστος παραγωγής ηλιακής ενέργειας

---

<sup>35</sup> Bank of Israel (2016). *Long-Term Trends in the Supply and Demand of Electricity in Israel* [online].

παραμένει σε υψηλά επίπεδα, δηλαδή έως δύο και τρεις φορές υψηλότερο σε σχέση με το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα ή φυσικό αέριο, κυρίως, λόγω της αποτυχίας εσωτερικοποίησης του περιβαλλοντικού και άλλου εξωτερικού κόστους των ορυκτών καυσίμων<sup>36</sup>.

Ακριβώς, όμως, η ύπαρξη των παραπάνω εμποδίων επιτρέπει μια πιο ρεαλιστική εκτίμηση της πραγματικής αξίας της έρευνας για την ηλιακή ενέργεια και των ηλιακών έργων που έχουν ήδη κατασκευαστεί ή βρίσκονται υπό κατασκευή στο Ισραήλ. Η εκτίμηση αυτή δεν μπορεί παρά να διαπιστώνει ότι το Ισραήλ σήμερα είναι μεταξύ των χωρών που πρωτοπορούν στον τομέα της ηλιακής ενέργειας.

## 3.2 Τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας

### 3.2.1 Γενικά στοιχεία

Η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να γίνει είτε με τη χρήση ηλιακών θερμικών συστημάτων, είτε με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά κύτταρα μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα ανοιχτό τμήμα γης ή σε στέγες υφιστάμενων κτιρίων. Το φωτοβολταϊκό κύτταρο κατασκευάζεται συνήθως από ένα φύλλο πυριτίου που χωρίζει δύο ηλεκτρόδια: όταν το κύτταρο είναι εκτεθειμένο στο φως, απελευθερώνονται ηλεκτρόνια μεταξύ των ηλεκτροδίων, δημιουργώντας ηλεκτρικό ρεύμα. Η αποδοτικότητα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για εμπορικά συστήματα κυμαίνεται από 12% έως 18% της προσπίπτουσας στους συλλέκτες ηλιακής ακτινοβολίας. Η αποτελεσματικότητα των φωτοβολταϊκών κυττάρων μειώνεται με την πάροδο των ετών και επηρεάζεται δυσμενώς από τη ρύπανση και τη θερμότητα.

Τα ηλιακά θερμικά (συγκεντρωτικά) συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία

---

Section from the Bank of Israel Annual Report for 2015.

Διαθέσιμο σε <http://www.boi.org.il/en/NewsAndPublications/PressReleases/Documents/Long-Term%20Trends%20in%20the%20Supply%20and%20Demand%20of%20Electricity%20in%20Israel.docx> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

<sup>36</sup> Sterman, D. (2009). *Israel's Solar Industry: Reclaiming a Legacy of Success* [online]. Topic in Climate Institute website. Διαθέσιμο σε <http://climate.org/archive/topics/international-action/israel-solar.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

σε θερμότητα. Η ηλιακή ακτινοβολία μέσω ενός ηλιακού συλλέκτη συγκεντρώνεται σε έναν ηλιακό δέκτη για την επίτευξη υψηλών θερμοκρασιών. Η θερμότητα που συγκεντρώνεται από το συλλέκτη μεταφέρεται σε κάποιο ρευστό (νερό, ηλιακό ρευστό, αέρα) και είτε χρησιμοποιείται άμεσα (ζεστό νερό για χρήση, θέρμανση ή ψύξη χώρου), είτε αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη δημιουργία ατμού που κινεί ένα στρόβιλο (γεννήτρια).

Οι θερμικοί ηλιακοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας με συστήματα οπτικής συγκέντρωσης είναι πολύ σημαντικοί υποψήφιοι για τη μαζική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο τις επόμενες δεκαετίες. Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί τέσσερις τύποι τέτοιων τεχνολογιών, είτε με τη μορφή πιλοτικών έργων, δηλαδή με κύριο σκοπό την επίδειξη και την έρευνα, είτε με τη μορφή σταθμών σε πλήρη λειτουργία που συνεισφέρουν στα ενεργειακά μίγματα των χωρών στις οποίες είναι εγκατεστημένοι.

Οι τεχνολογίες αυτές είναι:

- Συστήματα με Παραβολικούς Κοίλους Συλλέκτες (Parabolic Trough Collectors, PTC)
- Ηλιακοί Πύργοι Ισχύος ή Συστήματα Κεντρικού Δέκτη (Power Tower or Central Receiver Systems, CRS)
- Συστήματα Δίσκου/Μηχανής, (Dish/Engine Systems, DE)
- Συστήματα με Γραμμικούς Ανακλαστήρες τύπου Fresnel, (Linear Fresnel reflector Systems, LF).

Όλοι οι εγκατεστημένοι πιλοτικοί σταθμοί μιμούνται παραβολικές γεωμετρίες, χαρακτηρίζονται από μεγάλες περιοχές με καθρέπτες και δουλεύουν κάτω από πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Οι ανακλαστικοί συλλέκτες προτιμούνται καθώς έχουν καλύτερες προοπτικές για έργα μεγαλύτερης κλίμακας.

### **3.2.2 Η συμβολή του Ισραήλ στην ανάπτυξη θεμελιώδους ηλιακής τεχνολογίας**

Στο Ισραήλ η έρευνα για την ηλιακή ενέργεια ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1950 στο Εθνικό Εργαστήριο Φυσικής στην Ιερουσαλήμ. Το Εθνικό Εργαστήριο Φυσικής ιδρύθηκε από τον πρώτο Ισραηλινό πρωθυπουργό Ντέιβιντ Μπεν Γκουριόν για την αντιμετώπιση κρίσιμων εθνικών ζητημάτων, όπως αυτών της ενεργειακής ασφάλειας και ανεξαρτησίας της χώρας.

Η πρόωπη έναρξη της έρευνας για την ηλιακή ενέργεια στο Ισραήλ είχε ως αποτέλεσμα οι ισραηλινές επιστημονικές και τεχνολογικές ομάδες να προηγηθούν στην ανάπτυξη τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας. Σε μία χώρα όπως το Ισραήλ με υψηλό ηλιακό δυναμικό ήταν λογικό η έρευνα να επικεντρωθεί στην ανάπτυξη τεχνολογιών ηλιακής θερμικής ενέργειας έναντι των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι πρώιμες επιστημονικές και τεχνολογικές ανακαλύψεις των ισραηλινών στον τομέα της ηλιακής θερμικής ενέργειας έθεσαν τις βάσεις για την ανάπτυξη των μεγάλων ηλιακών θερμικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα.

#### *3.2.2.1 Ηλιακός Θερμοσίφωνας*

Στο Εθνικό Εργαστήριο Φυσικής ο φυσικός Harry Tabor ήδη από το έτος 1950 ανέπτυξε τις «επιλεκτικές μαύρες επιφάνειες» νικελίου και χρωμίου, τα πρώτα θερμικά πάνελ για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι επιφάνειες αυτές, γνωστές ως επιφάνειες Tabor, χρησιμοποιήθηκαν λίγο αργότερα για την κατασκευή του πρώτου και πιο διαδεδομένου ηλιακού συστήματος στο Ισραήλ, αλλά και παγκοσμίως, τον επίπεδο ηλιακό συλλέκτη για τη θέρμανση νερού. Η ευρεία διάδοση των επίπεδων ηλιακών συλλεκτών οφείλεται, κυρίως, στην απλότητα κατασκευής και εγκατάστασης, στις πολύ περιορισμένες απαιτήσεις συντήρησης, καθώς και στη μεγάλη διάρκεια ζωής τους, η οποία ανέρχεται σε περίπου 25 έτη. Σήμερα οι μαύρες επιφάνειες χρωμίου είναι πιθανότατα η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη επίστρωση ενσωματωμένη σε εμπορικούς θερμικούς συλλέκτες.

Ο πρώτος ηλιακός θερμοσίφωνας κατασκευάστηκε στο Ισραήλ το έτος 1953 από το μηχανικό Levi Yissar, ο οποίος ίδρυσε τη NerYah Company για την εμπορική εκμετάλλευση της νέας αυτής ηλιακής τεχνολογίας. Η τυπική οικιακή μονάδα ήταν απλή και αποτελούνταν από μία μονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης 150 λίτρων, έναν ηλιακό συλλέκτη επίπεδης επιφάνειας 2 τ.μ. και σύστημα κυκλοφορίας. Ο συλλέκτης



είναι ένα γυάλινο πάνελ εξοπλισμένο με μαύρους σωλήνες νερού που απορροφούν την ακτινοβολία του ήλιου. Η δεξαμενή αποθήκευσης είναι συνήθως κατασκευασμένη από χάλυβα και είναι μονωμένη, προκειμένου να διατηρεί ζεστό το νερό για πολλές ώρες, όταν πλέον δεν υπάρχει ήλιος. Τα συστήματα κυκλοφορίας αποτελούνται από σωλήνες που μεταφέρουν το νερό από το συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης. Η δεξαμενή αποθήκευσης νερού τοποθετείται πάνω από τους συλλέκτες.

Το πάνελ συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία και θερμαίνει το κρύο νερό που ρέει με πίεση (χωρίς τη χρήση αντλίας) στο πάνελ. Το νερό που έχει θερμανθεί ρέει πίσω στη δεξαμενή αποθήκευσης. Επειδή το ζεστό νερό είναι ελαφρύτερο από το κρύο, το ζεστό νερό εντός των σωλήνων κινείται προς τα επάνω προς τη δεξαμενή αποθήκευσης που βρίσκεται σε υψηλότερο επίπεδο. Το κρύο νερό κινείται προς τα κάτω λόγω της βαρύτητας και ρέει από τη δεξαμενή στο κάτω μέρος του πάνελ. Με το άνοιγμα της βρύσης, το ζεστό νερό ρέει από την κορυφή της δεξαμενής αποθήκευσης στη βρύση.

Ο ιδιοκτήτης μιας τέτοιας μονάδας εξοικονομεί περίπου 2.000 kWh στην ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ετησίως. Οι καλές καιρικές συνθήκες στο Ισραήλ κατά το μεγαλύτερο μέρος του έτους με υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας, παρέχουν μια σταθερή παροχή θερμότητας κατά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, συμπεριλαμβανομένου και του χειμώνα. Αποτέλεσμα αυτού είναι ο εφεδρικός ηλεκτρικός θερμαντήρας που είναι εγκατεστημένος στη δεξαμενή αποθήκευσης νερού να χρησιμοποιείται σπάνια.

Σε μεγαλύτερα συστήματα, η κυκλοφορία του νερού πραγματοποιείται με αντλία. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται σε πολυώροφα κτίρια, σε πολλές αγροτικές κοινότητες (kibbutzim) και σε αρκετές βιομηχανικές εγκαταστάσεις σε όλη τη χώρα.

### *3.2.2.2 Τουρμπίνα Οργανικού Κύκλου Rankine*

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 αναπτύχθηκε στο Εθνικό Εργαστήριο Φυσικής επίσης από τον Δρ. Τάμπορ και το συνεργάτη του Λουσιέν Μπρονίκι ένας στρόβιλος ο οποίος μπορούσε να λειτουργήσει σε χαμηλές θερμοκρασίες, ακόμα και κάτω από 100° C. Ο στρόβιλος αυτός σε συνδυασμό με τον επίπεδο ηλιακό συλλέκτη μπορούσε να παράξει ηλεκτρική ενέργεια με τη διαδικασία που είναι γνωστή ως Οργανικός Κύκλος Rankine (ORC) ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές. Για την εμπορική εκμετάλλευση του συστήματος αυτού ο Λουσιέν Μπρονίκι σύστησε το έτος 1965 την εταιρία Ormat και, στη συνέχεια, την Ormat Industries. Ως εμπορικό προϊόν το παραπάνω ηλιακό σύστημα

δεν σημείωσε επιτυχία, κυρίως, λόγω του χαμηλού κόστους της ενέργειας από ορυκτά καύσιμα. Ωστόσο, μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση και την παγκόσμια στροφή προς τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας που ακολούθησε η Ormat εφάρμοσε με μεγάλη επιτυχία την τεχνολογία της για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικές πηγές, όπου οι θερμοκρασίες κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Σήμερα, η τεχνολογία της Ormat έχει ανακτηθεί από την Ormat Technologies Inc που εδρεύει στην Αμερική και η εταιρία είναι μεταξύ των μεγαλύτερων παραγωγών γεωθερμικής ενέργειας της Αμερικής.

### 3.2.2.3 Ηλιακή λίμνη

Στο πλαίσιο της έρευνας που διεξαγόταν στο Εθνικό Εργαστήριο Φυσικής από το Δρ. Τάμπορ και την ομάδα του για την ανακάλυψη μεθόδων συλλογής της θερμότητας του ηλιακού φωτός χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η τεχνολογία της ηλιακής λίμνης. Πρόκειται για ένα μεγάλης κλίμακας συλλέκτη ηλιακής θερμικής ενέργειας με ενσωματωμένο σύστημα αποθήκευσης της θερμότητας. Το ηλιακό αυτό σύστημα λειτουργεί με τον εξής ιδιαίτερα απλό τρόπο: δημιουργήθηκε μία λίμνη αλμυρού νερού με μικρό βάθος, περίπου 2 μ., όπου με τεχνητό τρόπο διατηρήθηκε σε διαφορετικά επίπεδα ο βαθμός πυκνότητας του άλατος, έτσι ώστε αυτός να είναι υψηλότερος στον πάτο της λίμνης σε σχέση με αυτόν στην επιφάνειά της. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από τον πάτο της λίμνης και θερμαίνει τα χαμηλότερα στρώματα του νερού, τα οποία δεν μπορούν να ανέβουν στην επιφάνεια λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε αλάτι σε σχέση με τα ανώτερα στρώματα νερού που βρίσκονται στην επιφάνεια της λίμνης. Έτσι, επιτυγχάνεται η συγκέντρωση θερμότητας στον πάτο της λίμνης, η οποία μπορεί να φτάσει έως και 100° C. Την τεχνολογία αυτή χρησιμοποίησε και πάλι η Ormat σε συνδυασμό με το στρόβιλο ORC που εμπορευόταν και δημιούργησε στο Ισραήλ, κοντά στη Νεκρά Θάλασσα, ένα από τα πρώτα ηλιακά πεδία στον κόσμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλιακή αυτή λίμνη που λειτούργησε έως το έτος 1992 και επαναλειτουργεί από το έτος 1995 έχει έκταση 210.000 m<sup>2</sup> και ηλεκτρική ισχύ 5 MW. Η λίμνη λειτουργούσε έως το έτος 1990 από την Ormat<sup>37</sup>, η οποία έκτοτε εμφανίστηκε ξανά πρόσφατα στην αγορά ηλιακής ενέργειας και, συγκεκριμένα, στην αγορά φωτοβολταϊκών συστημάτων.

<sup>37</sup> Ormat website <https://www.ormat.com/en/home/a/main/>

#### 3.2.2.4 Ηλιακά συστήματα γραμμικής εστίασης

Το 1984, η Luz International Corporation, μια ισραηλινή εταιρία με έδρα την Ιερουσαλήμ, κατάφερε να εμπορευματοποιήσει την τεχνολογία των σταθμών ηλιακής ενέργειας με παραβολικά κάτοπτρα γραμμικής εστίασης. Τα συστήματα συγκέντρωσης με παραβολικά κάτοπτρα είναι συσκευές εστίασης που χρησιμοποιούν ένα σύστημα μονού άξονα παρακολούθησης, συνήθως Βορρά-Νότου. Το στοιχείο που συλλέγει τη θερμότητα είναι ένας σωλήνας που περιέχει ένα θερμικό υγρό μεταφοράς θερμότητας, που βρίσκεται στην εστιακή γραμμή του συλλέκτη. Το στοιχείο αυτό αποτελείται από ένα σωλήνα από ανοξείδωτο χάλυβα επικαλυμμένο με επιλεκτική επένδυση και είναι περικλειστος σε ένα σωλήνα κενού. Επιτυγχάνει αρκετές υψηλές θερμοκρασίες με εύρος μέχρι και 400° C, θερμαίνοντας το υγρό, το οποίο ρέει μέσα από το σωλήνα προς μια γεννήτρια ατμού. Ο ατμός που δημιουργείται εκεί χρησιμοποιείται για την κίνηση αμοστροβίλων και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εταιρεία Luz χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνολογία δημιούργησε τον πρώτο συγκεντρωτικό ηλιακό σταθμό, γνωστό ως Ηλιακό Σύστημα Παραγωγής Ηλεκτρισμού (SEGS), στην έρημο Mojave στην Καλιφόρνια.

Η Luz αναζήτησε βελτιώσεις που θα βοηθήσουν στη μείωση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα θερμοηλεκτρικά ηλιακά εργοστάσια τύπου SEGS. Οι εργασίες ανάπτυξης για την άμεση παραγωγή ατμού απευθείας στα στοιχεία συλλογής θερμότητας ήταν σε εξέλιξη, αλλά δεν ολοκληρώθηκαν, όταν η Luz έπαυσε να λειτουργεί κυρίως επειδή δεν υπήρχαν νέες παραγγελίες για εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας. Τα περιουσιακά στοιχεία της Luz απέκτησε η εταιρία Solel η οποία κατασκεύασε σε παραλλαγή του αρχικού, ένα νέο χαμηλού κόστους συλλέκτη για παραγωγή χαμηλότερων θερμοκρασιών, κατάλληλο για εφαρμογές μέτριας θερμοκρασίας, όπως η θερμική επεξεργασία και ο κλιματισμός με τη μέθοδο της απορρόφησης. Στη συνέχεια, η εταιρία Solel αγοράστηκε από τη Siemens. Η ιδέα της άμεσης παραγωγής ατμού επιλέχτηκε αργότερα από ευρωπαίους ερευνητές και αναπτύχθηκε περαιτέρω.

### **3.2.3 Η συμβολή του Ισραήλ στη βελτίωση των ηλιακών συστημάτων**

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980 η επιστημονική έρευνα έθεσε και επέλυσε σε ένα πρώτο στάδιο μέσω των παραπάνω τεχνολογιών τα ζητήματα της συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας, της μετατροπής της σε θερμική και, στη συνέχεια, σε ηλεκτρική ενέργεια, της αποθήκευσης της θερμικής ενέργειας και της συγκέντρωσης της ηλιακής ακτινοβολίας για την επίτευξη υψηλότερων θερμοκρασιών. Σε ένα δεύτερο στάδιο, η έρευνα στον τομέα της ηλιακής ενέργειας κλήθηκε να αναπτύξει περαιτέρω τις παραπάνω τεχνολογίες για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής αποτελεσματικότητας τους και της μείωσης του κόστους τους, έτσι ώστε η ηλιακή ενέργεια να καταστεί πιο ανταγωνιστική σε σχέση με την ενέργεια από τα ορυκτά καύσιμα.

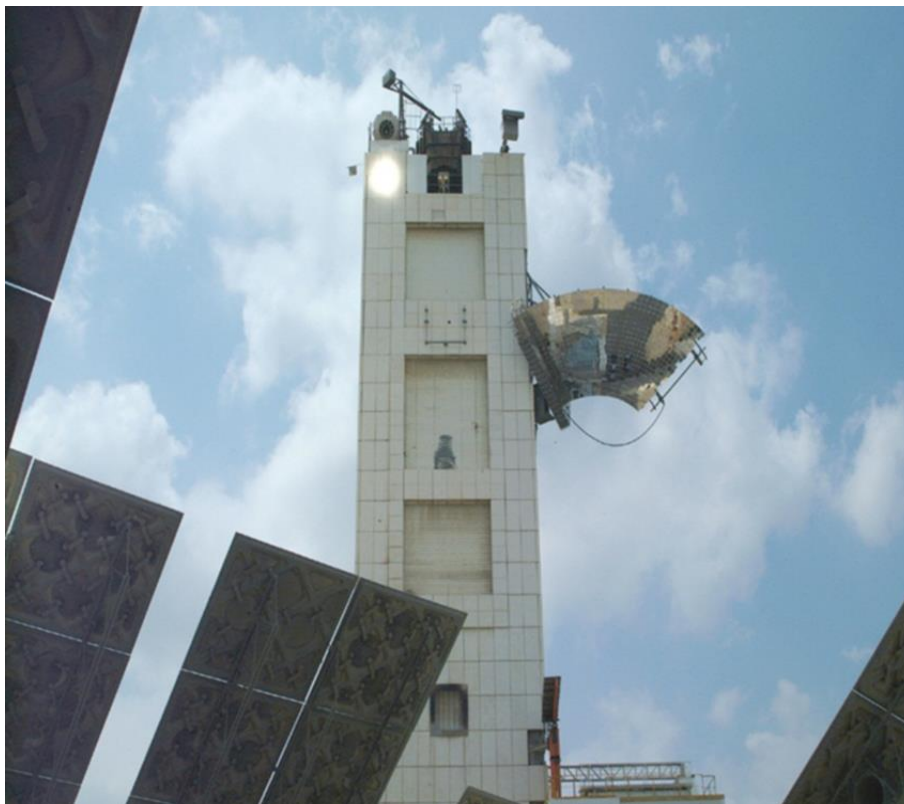
#### *3.2.3.1 Ηλιακός πύργος*

Και στο δεύτερο αυτό στάδιο έρευνας η ισραηλινή επιστημονική κοινότητα πρωτοπορεί και συνεχίζει να διακρίνεται. Χαρακτηριστικότερο είναι το παράδειγμα του ηλιακού πύργου που βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο Weizmann (Εικόνα 1). Πρόκειται για μία ηλιακή εγκατάσταση 3.000 kW που λειτουργεί από το έτος 1988 ειδικά για τη διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας για την ηλιακή ενέργεια. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει ένα πεδίο 64 μεγάλων πολύπλευρων καθρεφτών (ηλιοστατών) διαστάσεων 7×8 μέτρα ο καθένας. Κάθε ηλιοστάτης παρακολουθεί ανεξάρτητα την κίνηση του ήλιου και όλοι ελέγχονται από έναν υπολογιστή που υπολογίζει τη θέση του ήλιου σε σχέση με τη γη κάθε δευτερόλεπτο. Το φως που συλλέγεται από τους ηλιοστάτες αντανακλάται σε έναν επιλεγμένο στόχο, σε έναν πύργο λήψης, ύψους 54 μέτρων. Ο πύργος αυτός περιλαμβάνει πέντε ξεχωριστούς πειραματικούς σταθμούς. Το φως μπορεί να αντανακλάται σε όλους ή σε οποιονδήποτε από αυτούς τους σταθμούς, επιτρέποντας την πραγματοποίηση ταυτόχρονα των επιμέρους πειραμάτων.



**Εικόνα 1:** Ο ηλιακός πύργος στο Πανεπιστήμιο Weizmann,  
Πηγή: <https://wis-wander.weizmann.ac.il/content/harnessing-sun>

Από το έτος 1995 λειτουργεί ένα πιλοτικό σύστημα (Εικόνα 2) που ονομάζεται beam-down (δέσμη προς τα κάτω) χρησιμοποιώντας τις εγκαταστάσεις του υφιστάμενου ηλιακού πύργου και των ηλιοστατών. Αποτελεί ένα μοναδικό συνδυασμό τεχνολογιών συλλογής, συγκέντρωσης και μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας (συλλέκτες, δέκτης, γεννήτρια) δεν βρίσκονται στην κορυφή του πύργου, αλλά στο επίπεδο του εδάφους και η λειτουργία του πύργου περιορίζεται στη στήριξη ενός ανακλαστικού καθρέφτη, πράγμα που καθιστά την κατασκευή του απλή και οικονομική. Η εγκατάσταση αυτή μπορεί να λειτουργεί τόσο με ηλιακή ενέργεια, όσο και με συμβατικά καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο, και, άρα να λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.



**Εικόνα 2:** Σύστημα Beam Down στον ηλιακό πύργο του Πανεπιστήμιου Weizmann,  
Πηγή: [https://www.researchgate.net/figure/Weizmann-Institute-of-Science-WIS-solar-tower-five-experimental-stations-and-an-upper\\_fig3\\_303399412](https://www.researchgate.net/figure/Weizmann-Institute-of-Science-WIS-solar-tower-five-experimental-stations-and-an-upper_fig3_303399412)

Στις παραπάνω εγκαταστάσεις επιτυγχάνεται υψηλή συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας και παραγωγή υψηλών θερμοκρασιών που ξεπερνούν τους  $1000^{\circ}\text{C}$ , με σκοπό τη διερεύνηση μεθόδων για την αποδοτικότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και εναλλακτικών καυσίμων (syngas, υδρογόνο). Επίσης, μεταξύ των αντικειμένων των ερευνητικών προγραμμάτων είναι η μακροπρόθεσμη αποθήκευση ενέργειας, η μεταφορά ενέργειας και η ανάπτυξη φιλικών προς το περιβάλλον, μικρότερων, ελαφρύτερων, λιγότερο δαπανηρών και πιο αποδοτικών ηλιακών συστημάτων ή εξαρτημάτων τους. Τα ερευνητικά αυτά προγράμματα έχουν ήδη να επιδείξουν εξαιρετικής σημασίας τεχνολογικά επιτεύγματα στους παραπάνω τομείς, έτσι ώστε να επιβεβαιώνεται σταδιακά η πρόβλεψη ότι η τεχνολογία των θερμικών ηλιακών συγκεντρωτικών συλλεκτών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πρόκειται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο τα επόμενα χρόνια στην αγορά της ενέργειας<sup>38</sup>.

<sup>38</sup> Weizmann Institute of Science. *The Canadian Institute for the Energies and Applied Research* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.weizmann.ac.il/center/solarenergy/welcome-letter> (τελευταία πρόσβαση

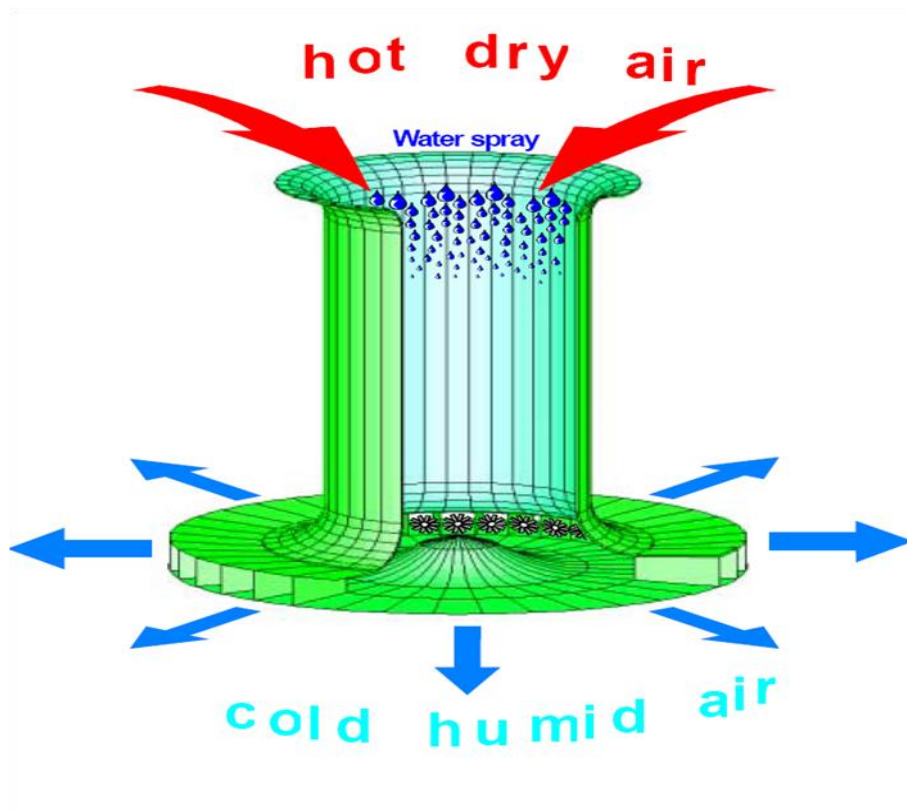
### 3.2.3.2 Ηλιακή ψύξη

Οι τεχνολογίες ηλιακής ψύξης ήταν επίσης ένα πεδίο που κέρδισε το ερευνητικό ενδιαφέρον των ισραηλινών εταιριών. Μία από τις μεθόδους ηλιακής ψύξης είναι αυτή της απορρόφησης. Η ηλιακή ενέργεια συγκεντρώνεται με θερμικούς συλλέκτες. Οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν ζεύγη ουσιών, η μία από τις οποίες είναι το ψυκτικό μέσο και η άλλη το απορροφητικό μέσο. Από τα χαρακτηριστικά των ουσιών αυτών εξαρτάται η αποτελεσματικότητα ενός κύκλου απορρόφησης. Το κυριότερο από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι το ψυκτικό μέσο να είναι περισσότερο πτητικό από το απορροφητικό μέσο, ώστε να διαχωρίζονται εύκολα μεταξύ τους.

Η Ισραηλινή εταιρία Paz ανέπτυξε ένα σύστημα ψύξης με τη μέθοδο της απορρόφησης χρησιμοποιώντας ένα νέο μίγμα μη αναμιξιμων υγρών χωρίς επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον σε σχέση με τα υγρά που χρησιμοποιούνταν σε άλλα συστήματα ψύξης (αμμωνία, βρωμιούχο λίθιο). Το σύστημα αυτό μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες περίπου 85° C που συλλέγονταν ακόμα και από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες. Την τεχνολογία αυτή ανέπτυξε περαιτέρω η ισραηλινή εταιρία Coolingtech Ltd, αναζητώντας νέα μίγματα μη αναμιξιμων υγρών που να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του Πρωτοκόλλου του Κυότο.

### 3.2.3.3 Πύργος ενέργειας

Ο πύργος ενέργειας (Εικόνα 3) είναι μία τεχνολογία που αναπτύχθηκε στο Technion Ινστιτούτο Τεχνολογίας του Ισραήλ για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος σε άγονες εκτάσεις με πολύ ζεστό και ξηρό αέρα χωρίς τη χρήση ηλιακών συλλεκτών. Ο αέρας αυτός ψύχεται με τη διαδικασία ψεκασμού νερού στην κορυφή του πύργου και ο ψυχρός και πυκνός πλέον αέρας κατέρχεται δημιουργώντας ένα καθοδικό ρεύμα. Οι τουρμπίνες που βρίσκονται στο κάτω μέρος του πύργου δημιουργούν μηχανική ενέργεια από τη ροή του αέρα παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Οι ειδικοί του ινστιτούτου υπολογίζουν ότι η κατασκευή ενός πύργου ενέργειας με ύψος 1.200 μέτρων και διάμετρο 400 στο Eilat, στην ισραηλινή έρημο, θα μπορούσε να παράγει περίπου 3-4 δισεκατομμύρια kWh ετησίως.



**Εικόνα 3:** Πύργος Ενέργειας

Πηγή: [http://www.climatetechwiki.org/technology/energy\\_tower](http://www.climatetechwiki.org/technology/energy_tower)

#### 3.2.3.4 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Η προώθηση σε πρώτο στάδιο της ανάπτυξης, αποκλειστικά σχεδόν, ηλιακών θερμικών συστημάτων είχε ως αποτέλεσμα το Ισραήλ να μην μπορεί να συναγωνιστεί τις τεράστιες επενδύσεις κορυφαίων βιομηχανικών χωρών στην ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων, όταν πλέον, μετά την ανάληψη των κυβερνητικών δεσμεύσεων γύρω από τη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας και την παροχή οικονομικών κινήτρων για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, άνοιξε στο Ισραήλ η αγορά αυτή.

Στον τομέα των φωτοβολταϊκών συστημάτων η ισραηλινή έρευνα περιορίστηκε σε ακαδημαϊκό επίπεδο και επικεντρώθηκε κυρίως στην αναζήτηση τρόπων βελτίωσης των ηλιακών κυττάρων, έτσι ώστε αυτά να είναι πιο ανθεκτικά, αποδοτικά και οικονομικά.

Τα ηλιακά κύτταρα παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα απευθείας από τον ήλιο. Τα περισσότερα από αυτά είναι κατασκευασμένα από πυρίτιο, το οποίο είναι σταθερό σε απόδοση αλλά ακριβό. Επίσης, η αποδοτικότητα των ηλιακών κυψελών μειώνεται με



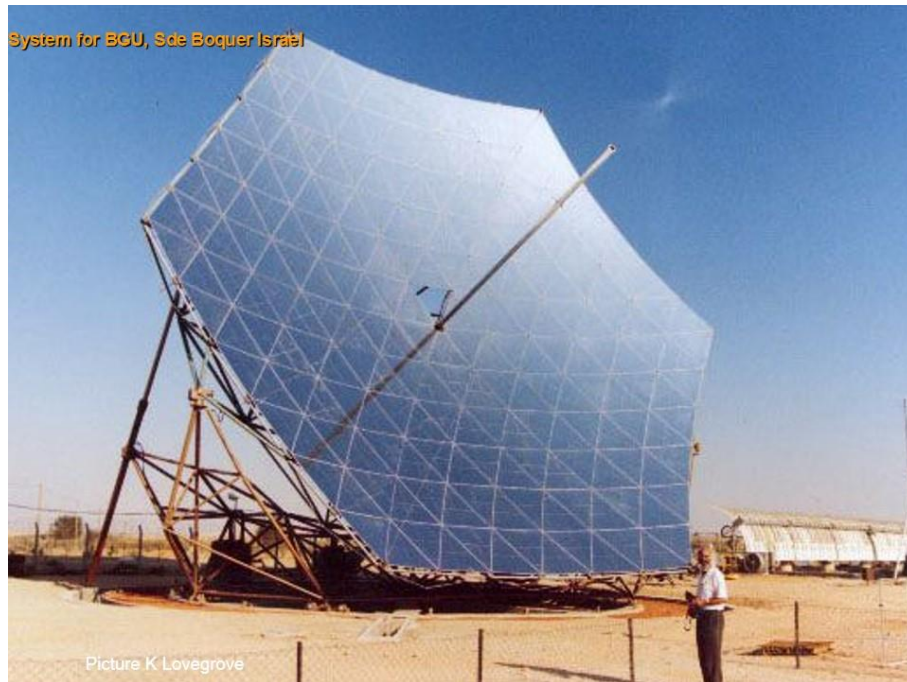
την πάροδο του χρόνου για λόγους όπως η αλλοίωση των υλικών, η ρύπανση της επιφάνειας, η υπερθέρμανση και η αντανάκλαση του ηλιακού φωτός από την επιφάνειά τους.

Η κατασκευή ηλιακών κυττάρων λεπτής μεμβράνης που περιορίζει τη θραύση των ηλιακών κυττάρων κατά τη διαστολή ή τη συστολή τους, αποδείχτηκε ότι προσδίδει ανθεκτικότητα στο φωτοβολταϊκό σύστημα, η οποία αυξάνεται περαιτέρω με τη χρήση του φθηνότερου συμβατικού γυαλιού σε σχέση με το ακριβό σκληρό γυαλί που χρησιμοποιείται συνήθως στα φωτοβολταϊκά κύτταρα. Στο πλαίσιο αυτό, διεξάγονται συνεχείς έρευνες για την αναζήτηση νέων υλικών για την κατασκευή ηλιακών κυττάρων ή για την ενίσχυση της αποδοτικότητας των ήδη χρησιμοποιούμενων υλικών. Ένα άλλο ζήτημα που ανακύπτει από τη χρήση των φωτοβολταϊκών είναι ότι λόγω της διάχυτης μορφής της ηλιακής ενέργειας, απαιτείται η ανάπτυξη ηλιακών κυψελών σε μεγάλη έκταση για την παραγωγή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρική ενέργεια. Η οπτική συγκέντρωση του ηλιακού φωτός στις ηλιακές κυψέλες επιτρέπει τη δημιουργία μικρότερου μεγέθους κυψελών, που θερμαίνονται λιγότερο και αποδίδουν περισσότερο. Η σύνδεση μίας φωτοβολταϊκής μονάδας, ιδίως σε απομακρυσμένες περιοχές, με δίκτυο δορυφορικών επικοινωνιών επιτρέπει την άμεση παροχή πληροφοριών σχετικά με τις ανάγκες συντήρησης των ηλιακών κυψελών.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν πεδία της ισραηλινής ακαδημαϊκής έρευνας: Στο Ινστιτούτο Weizmann σημειώνεται μεγάλη πρόοδος στην έρευνα γύρω από την ανάπτυξη φωτοηλεκτροχημικών κυττάρων με απόδοση που φτάνει στο 10%. Στο Κολλέγιο Τεχνολογίας της Ιερουσαλήμ αναπτύχθηκαν κύτταρα πυριτίου με ελάχιστη απόδοση 20% σε θερμοκρασίες λειτουργίας περίπου 100° C. Στο Εβραϊκό Πανεπιστήμιο της Ιερουσαλήμ διαπιστώθηκε η αύξηση της αποδοτικότητας των ηλιακών κυττάρων με τη μετατόπιση του μήκους κύματος και την καθοδήγηση του κύματος του φάσματος του ηλιακού φωτός.

Στο Πανεπιστήμιο Ben-Gurion έχει κατασκευαστεί ένας ηλιακός παραβολικός δίσκος (Εικόνα 4) επιφάνειας 400τ.μ. με εστιακή απόσταση περίπου 13μ., που αποτελείται από περίπου 216 πάνελ με καθρέφτες, σχεδιασμένο για την επίτευξη μεγαλύτερης συγκέντρωσης έως περίπου 10.000 φορές. Η προσπίπτουσα σε επιφάνεια 400 τ.μ. ηλιακή ακτινοβολία επανακατανέμεται σε φωτοβολταϊκά κύτταρα επιφάνειας 1τ.μ. Η ισραηλινή εκδοχή του ηλιακού πιάτου σε σχέση με το πρωτότυπο που κατασκευάστηκε

στο Εθνικό Πανεπιστήμιο της Αυστραλίας αποσκοπεί στην επίτευξη πολλαπλάσιας συγκέντρωσης. Το πιάτο χρησιμοποιείται, μεταξύ άλλων ερευνητικών δραστηριοτήτων, για τη δοκιμή των παραμέτρων λειτουργίας και τη διαπίστωση της οικονομικής βιωσιμότητας της χρήσης συγκεντρωμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων (CPV).



**Εικόνα 4:** Ηλιακός Δίσκος στο Πανεπιστήμιο Ben-Gurion

Πηγή: <https://bigdishsolar.com/the-500m2-big-dish/background>

### 3.3 Ο ρόλος της ηλιακής ενέργειας στην ενεργειακή ιστορία του Ισραήλ

- 1 Η έλλειψη φυσικών πόρων ήταν ο πρώτος λόγος που η ηλιακή ενέργεια έγινε αντικείμενο έρευνας και εκμετάλλευσης στο Ισραήλ. Ο Πρωθυπουργός Ντέιβιντ Μπεν Γκουριόν μετά την ίδρυση του Κράτους του Ισραήλ το έτος 1948 προχώρησε στη σύσταση του Συμβουλίου Έρευνας του Ισραήλ για την προώθηση της έρευνας και ανάπτυξης, θεωρώντας ότι μέσω της επιστήμης θα επιτευχθεί η οικονομική ανάπτυξη του νέου κράτους. Ο Δρ Χάρι Τάμπορ από την Αγγλία, που επιλέχτηκε από τον Μπεν Γκουριόν να συμμετάσχει στο Συμβούλιο, αξιοποίησε τα πορίσματα της έρευνας γύρω από την ηλιακή ενέργεια

που διεξαγόταν ήδη τόσο στο Εβραϊκό Πανεπιστήμιο της Ιερουσαλήμ όσο και στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας του Ισραήλ (Technion - Israel Institute of Technology). Ο Τάμπορ ανέπτυξε νέα υλικά για την παγίδευση θερμότητας σε ηλιακούς θερμοσίφωνες. Το 1953, ο μηχανικός Levi Yissar ίδρυσε την NerYah Company, τον πρώτο εμπορικό παραγωγό ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού της χώρας. Μέχρι το έτος 1967 πωλήθηκαν στο Ισραήλ περίπου 50.000 θερμοσίφωνες, που αντιστοιχούσε περίπου στο 5% των ισραηλινών νοικοκυριών.

Με την κατάληψη της χερσονήσου του Σινά το έτος 1967 κατά τον πόλεμο των έξι ημερών το Ισραήλ διαθέτοντας πλέον κοιτάσματα πετρελαίου απώλεσε το ενδιαφέρον του για την ηλιακή ενέργεια. Το ενδιαφέρον επέστρεψε το έτος 1979 όταν σε εκτέλεση της συμφωνίας του Καμπ Ντέιβιντ το Ισραήλ αποσύρθηκε από τη χερσόνησο του Σινά και επέστρεψε τα πετρελαϊκά πεδία στην Αίγυπτο.

- 2 Η ενεργειακή ασφάλεια και αυτονομία ήταν ο δεύτερος λόγος που ευνόησε την ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας. Ήδη μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973 η ισραηλινή κυβέρνηση υποστήριξε εκ νέου την έρευνα για την ηλιακή ενέργεια, η οποία διεξαγόταν σε πολλά πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα και, κυρίως, στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας, το Ινστιτούτο Επιστήμης Weizmann, το Πανεπιστήμιο του Τελ Αβίβ και το Πανεπιστήμιο Μπεν Γκουριόν στο Νεγκέβ. Αποτέλεσμα της έρευνας αυτής υπήρξε η ανάπτυξη των ηλιακών λιμνών για τη συλλογή και αποθήκευση ηλιακής θερμικής ενέργειας, καθώς και της πρώτης παραβολικής τεχνολογίας με καθρέφτες για τη συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ωστόσο, λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής τέτοιων ηλιακών συστημάτων, αυτά δεν εξελίχθηκαν σε εμπορεύσιμα προϊόντα.

Μετά τη δεύτερη πετρελαϊκή κρίση το έτος 1979 είχε γίνει πλέον βεβαιότητα ότι η εξάρτηση της χώρας από το πετρέλαιο έπρεπε να περιοριστεί όσο το δυνατό περισσότερο. Έτσι, το Ισραήλ το έτος 1980 έγινε η πρώτη χώρα σε ολόκληρο τον κόσμο που κατέστησε υποχρεωτική τη χρήση της ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη μέρους των οικιακών ενεργειακών αναγκών. Οι διατάξεις του νόμου για την ηλιακή ενέργεια προέβλεπαν την υποχρεωτική εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων σε όλα τα νέα κτίρια κατοικιών έως 27 μέτρα ύψος. Με τη

νομοθετική αυτή ρύθμιση επιτεύχθηκε μία σημαντική μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία προερχόταν από ορυκτά καύσιμα, και στην έκλυση βλαβερών για το περιβάλλον αερίων. Αποτέλεσμα της νομοθεσίας αυτής ήταν το Ισραήλ να παραμένει μέχρι σήμερα παγκόσμιος ηγέτης στη χρήση ηλιακής θέρμανσης νερού, αφού το 95% περίπου των ισραηλινών νοικοκυριών χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες, και η συνολική μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στη χώρα να ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 3%.

Για περίπου 20 έτη από την ψήφιση του παραπάνω νόμου από το ισραηλινό κοινοβούλιο δεν σημειώνεται άλλη προσπάθεια της κυβέρνησης για την ουσιαστική προώθηση της χρήσης της ηλιακής ενέργειας και γενικότερα της ανανεώσιμης ενέργειας, με σκοπό τη μείωση της εξάρτησης της χώρας από τα ορυκτά καύσιμα.

Το έτος 1985 ιδρύεται το Κέντρο Ηλιακής Ενέργειας από το τότε Υπουργείο Εθνικών Υποδομών και η λειτουργία του ξεκινάει το έτος 1987. Το έτος 1991 η λειτουργία του ανατίθεται στο Ινστιτούτο Jacob Blaustein του Πανεπιστημίου του Ben-Gurion. Πρόκειται για ένα εθνικό κέντρο έρευνας και δοκιμών για ηλιακές τεχνολογίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας.

- 3 Η προστασία του περιβάλλοντος από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και η κλιματική αλλαγή αποτέλεσαν τους επόμενους λόγους για τους οποίους η ηλιακή ενέργεια επανήλθε στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της κυβερνητικής ενεργειακής πολιτικής. Οι στόχοι στον τομέα των ΑΠΕ για τους οποίους η κυβέρνηση του Ισραήλ δεσμεύτηκε σε διεθνές επίπεδο δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν χωρίς τη συμβολή της ηλιακής ενέργειας. Μέσα από μια πιο συστηματική και διεθνώς προσδιορισμένη προσπάθεια προώθησης της καθαρής ενέργειας το Ισραήλ στράφηκε και πάλι στην ηλιακή ενέργεια ως την καθαρή ενέργεια που μπορεί κατεξοχήν να παραχθεί στην χώρα.

Μέχρι το έτος 2009 η προσοχή τόσο της κυβέρνησης όσο και των βασικών φορέων έρευνας και ανάπτυξης ήταν στραμμένη στα ηλιακά θερμικά συστήματα και όχι στα φωτοβολταϊκά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με μόνη εξαίρεση μία προσπάθεια της IEC στα μέσα της δεκαετίας του '80, η οποία

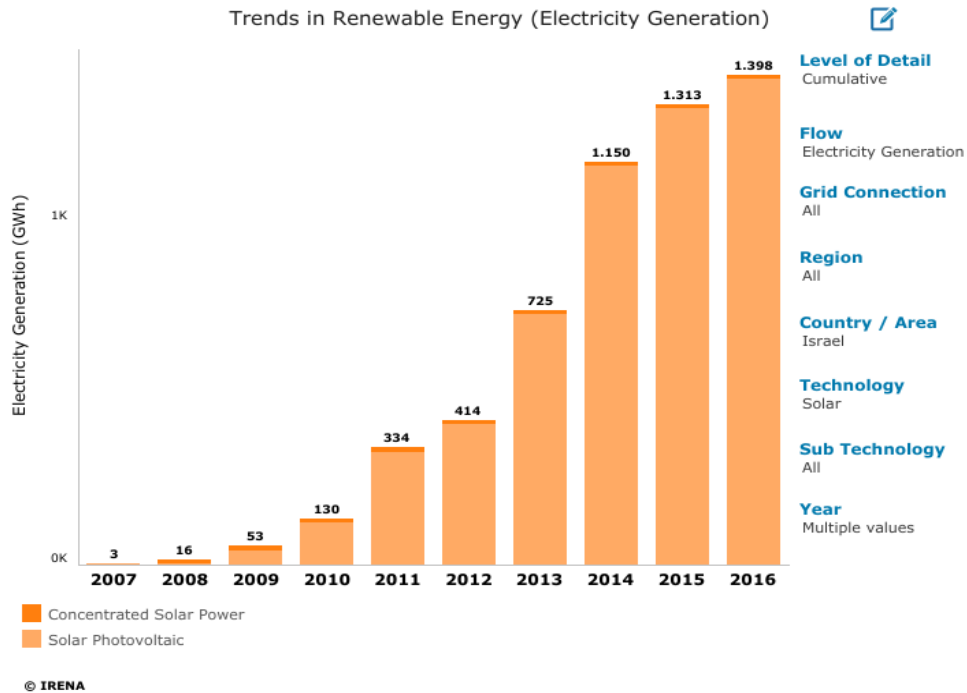
διερεύνησε φωτοβολταϊκά και υβριδικά συστήματα, εστιάζοντας ειδικά σε μεγάλους φωτοβολταϊκούς κεντρικούς σταθμούς, σε μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα που συνδέονται με το δίκτυο και σε εφαρμογές συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με μπαταρίες<sup>39</sup>. Η καθυστέρηση στη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων και την ανάπτυξη βιομηχανίας παραγωγής τέτοιων συστημάτων στο Ισραήλ οφειλόταν κυρίως στο υψηλό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα σε σχέση με το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα.

Ωστόσο, σύντομα έγινε κατανοητό ότι η επίτευξη των στόχων της κυβέρνησης, κυρίως, μετά τη Συμφωνία του Παρισιού για τη Μείωση των Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου το έτος 2015 θα ήταν δυνατή με τη χρήση κάθε διαθέσιμης ηλιακής τεχνολογίας σε μία χώρα με τόσο αυξημένα ποσοστά ηλιακής ακτινοβολίας. Μάλιστα, η δυνατότητα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων στις στέγες κτιρίων, και όχι αποκλειστικά σε διαθέσιμα για το σκοπό αυτό τεμάχια γης, σε συνδυασμό με τη συνεχή μείωση του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα συστήματα αυτά λόγω της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών είχαν ως αποτέλεσμα μέχρι το τέλος του έτους 2016 να λειτουργούν στο Ισραήλ φωτοβολταϊκά συστήματα με δυνατότητα παραγωγής περίπου 905,6 MW ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η ηλεκτρική ενέργεια (σε GWh) που παράγεται στο Ισραήλ από συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα (CSP) και φωτοβολταϊκά συστήματα (PV) κατά τα έτη 2007-2016.

---

<sup>39</sup> Ο.π. [16] Lipstein N. and Dr. Tal A.



**Διάγραμμα 1: Τάσεις στις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

Πηγή: <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=16>

### 3.4 Η υλοποίηση της κυβερνητικής πολιτικής για την ηλιακή ενέργεια

Τα έτη που ακολούθησαν την κυβερνητική απόφαση (απόφαση 4450/2009) που όριζε το 10% της ηλεκτρικής ενέργειας του Ισραήλ (δηλαδή περίπου 6,43 TWh ετησίως) να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020, προσθέτοντας σε ετήσια βάση τουλάχιστον 250 MW ανανεώσιμης ισχύος, αλλά και της απόφασης για μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά ποσοστό 20% έως το 2020, παρατηρείται μία πιο συστηματική οργάνωση του τομέα της ηλιακής ενέργειας σε επίπεδο παραγωγής, αυτοπαραγωγής, έρευνας και ανάπτυξης.

#### 3.4.1 Επέκταση της ηλιακής υποχρέωσης

Το Σεπτέμβριο του 2012 τροποποιήθηκε ο νόμος του 1980, ο οποίος καθιστούσε υποχρεωτική την εγκατάσταση ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού για νέα κτίρια κατοικιών ύψους μέχρι 27 μέτρα (που αντιστοιχούν σε περίπου 8 έως 9 ορόφους), εκτός

από τα κτίρια βιομηχανικής ή εμπορικής χρήσης και τα νοσοκομεία και απαγόρευε την έκδοση οικοδομικής άδειας χωρίς την εγκατάσταση ηλιακού συστήματος. Μετά την τροποποίησή του ο νόμος συμπεριέλαβε και τα κτίρια άνω των 27 μέτρων, επιβάλλοντας την εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων στους πρώτους επτά ορόφους κάτω από την οροφή. Το προβλεπόμενο μέγεθος των ηλιακών συστημάτων παρέμεινε το ίδιο:

- Για τα κτίρια κατοικιών, η υποχρέωση ορίστηκε με βάση την ημερήσια απόδοση ηλιακής ενέργειας ανά λίτρο χωρητικότητας της δεξαμενής αποθήκευσης: 172 kJ για συστήματα ανοικτού και 192 kJ για συστήματα κλειστού βρόχου. Η απαιτούμενη χωρητικότητα της δεξαμενής εξαρτάται από τον αριθμό των δωματίων: δεξαμενή 60 λίτρων για κάθε διαμέρισμα ενός δωματίου, τουλάχιστον 120 λίτρων για διαμερίσματα δύο ή τριών δωματίων και τουλάχιστον 150 λίτρων για μεγαλύτερα διαμερίσματα.
- Για ξενοδοχεία, ξενώνες, οικοτροφεία, οίκους ευγηρίας και παρόμοια κτίρια η σχετική υποχρέωση βασίζεται στην ημερήσια ηλιακή απόδοση ανά λίτρο ζεστού νερού που καταναλώνεται: 126 kJ για συστήματα ανοικτού και 142 kJ για συστήματα κλειστού βρόχου.

Το έτος 2013 με σχεδόν 733 kWth εγκατεστημένη ηλιακή θερμική ισχύ ανά 1.000 κατοίκους, το Ισραήλ ήταν η τρίτη χώρα στον κόσμο στη χρήση ηλιακής θερμικής ενέργειας. Η Στατιστική Υπηρεσία του Ισραήλ αναφέρει ότι το έτος 2013 οι ηλιακοί συλλέκτες που εγκαταστάθηκαν στο Ισραήλ κάλυπταν συνολικά 445.730 m<sup>2</sup>, από τα οποία η συντριπτική πλειοψηφία αντιστοιχούσε σε ηλιακά συστήματα ζεστού νερού εγκατεστημένα σε πολυκατοικίες (πολυκατοικίες 75%, μονοκατοικίες 17%, τομέας τουρισμού 5%, δημόσιος τομέας 4%)<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Global Solar Thermal Energy Council (2015). *Israel: Front runner in Solar Building Code with Strong Impact on Market* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.solarthermalworld.org/content/israel-front-runner-solar-building-code-strong-impact-market> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

### **3.4.2 Επαναπροσδιορισμός της ενεργειακής πολιτικής και των στόχων της - Έγκριση κατασκευής ηλιακών πεδίων**

Σε εκτέλεση της κυβερνητικής απόφασης 4450/2009, εκπονήθηκε το Φεβρουάριο του 2010 από το Υπουργείο Ενέργειας και Υδάτινων Πόρων το Σχέδιο για την Ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στον τομέα της Ηλεκτρικής Ενέργειας του Ισραήλ. Με το σχέδιο αυτό καθορίστηκε ποσοστό 3% της ερήμου Νεγκέβ ως κατάλληλο για την παραγωγή ηλιακής ηλεκτρικής ενέργειας, καθορίστηκαν οι αρχές για την πραγματοποίηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τέθηκε ο στόχος το 63,4% της ανανεώσιμης ενέργειας να προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια, είτε πρόκειται για φωτοβολταϊκά συστήματα, είτε για ηλιακά θερμικά συστήματα. Με μία τροποποίηση του σχεδίου αυτού το έτος 2012 ο στόχος της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας ορίστηκε σε ποσοστό 20% έως το 2020 λαμβανομένης υπόψη της σημαντικής ανάπτυξης των τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας και, κυρίως, της ηλιακής ενέργειας. Με το παραπάνω σχέδιο στην τροποποιημένη του μορφή, σε αντίθεση με την αρχική του μορφή, προβλέπεται η συμμετοχή της IEC, του μεγαλύτερου προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας του Ισραήλ και της IDF (ισραηλινές ένοπλες δυνάμεις), ενός από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας, στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για το σχεδιασμό της διαδικασίας για την επίτευξη των στόχων του σχεδίου.

Με το ίδιο σχέδιο καθορίστηκαν ποσοστά ανάλογα με το είδος της τεχνολογίας ανανεώσιμης ενέργειας (βλ. Πίνακας 2), για τις οποίες ισχύουν τα επιδοτούμενα τιμολόγια (Feed-In Tariffs) που καθορίστηκαν από την Αρχή Ηλεκτρισμού.

Τον Ιανουάριο του 2013 εγκρίθηκε νέος κανονισμός Net-metering για συστήματα ΑΠΕ έως 5MW και εγκρίθηκε ποσόστωση 400MW σε αντικατάσταση του συστήματος των επιδοτούμενων τιμολογίων. Το έτος 2016 η ποσόστωση αυξήθηκε σε 700 MW, από την οποία μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί 100 MW. Με τη συνεχή μείωση των τιμών των επιδοτούμενων τιμολογίων (FIT), το σύστημα Net-metering γίνεται όλο και πιο δημοφιλές.



**Πίνακας 2:** Ποσοτώσεις ανά κατηγορία τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας

Πηγή: Appendix D, Table 3 Yasner-Modified Policy on the Integration of Renewable Energy Sources into the Israeli Electricity Sector (Y-PIRES) in Yasner A. R. (2012). *Maximizing Renewable Electricity in Israel: Energy Security, Environmental Impact, and Economic Development* [online]. Dietrich College Honors Theses, Carnegie Mellon University.

| Quotas for renewable technologies (MW installed capacity) |   |                      |                                 |                 |
|---|---|----------------------|---------------------------------|-----------------|
| Technology  | Description   | Type of allocation   | Total allocation (MW installed) | Time frame      |
| Thermo-solar or "large" photovoltaic                      | Quota for solar electricity generation installations connected to the transmission grid   | Quota                | 700                             | Until Dec. 2014 |
|   |   |                      | 500                             | 2015-2020       |
| "Medium" photovoltaic                                     | Quota for solar electricity generation installations connected to the distribution grid in industrial zones in outlying areas, by means of Israel Land Administration tenders   | Quota                | 50                              | Until 2020      |
|   | Quota for solar electricity generation installations connected to the distribution grid through the use of technologies such as photovoltaic technology   | Existing quota       | 300                             |                 |
| Photovoltaic up to 50 kW (roofs)                          | No quota limitation in the outlying areas*  | "Open" quota (roofs) | No limit                        | Until Dec. 2014 |
| Photovoltaic up to 4kW (roofs)                            | No quota limitation throughout Israel.  |                      | No limit                        |                 |
| Photovoltaic up to 50 kW (roofs)                          | Quota for deploying installations on roofs of public buildings in general, and educational institutions in particular   | Quota (roofs)        | 30                              | Until 2020      |
|   | Quota for deploying installations (throughout Israel except outlying areas, on public buildings)  |                      | 50                              |                 |
| Photovoltaic up to 50 kW (roofs)                          | Quota for residents of Judea and Samaria (according to their proportion of the population) who are prevented from making use of the quotas allocated to date for installations that have this installed capacity, because the Civil Administration has not issued permits allowing them to sell electricity to the grid** |                      | 2                               |                 |

|                                 |   |              |          |                 |
|---------------------------------|---|--------------|----------|-----------------|
| Wind                            | Quota for installations generating electricity from wind energy, connected to the distribution and transmission grid No quota limitation throughout Israel                      | "Open" quota | No limit | Until Dec. 2014 |
| Wind - up to 50 kW              | No quota limitation throughout Israel   |              |          |                 |
| Biogas and biomass              | No quota limitation throughout Israel   |              |          |                 |
| R&D in renewable energy sources | Quota for encouraging Israeli technologies in order to promote R&D projects in Israel, on the recommendation of the Chief Scientist in the Ministry of National Infrastructures | Quota        | 50       | Until 2020      |

\* Outlying areas: a map of cities, towns and settlements defined as situated in areas of national priority, under Government Resolution No. 1060 of December 13, 2009, can be viewed on the website of the Prime Minister's Office: [www.pmo.gov.il](http://www.pmo.gov.il)

\*\* It is important that this quota be in accordance with the tariff set by the Public Utility Authority–Electricity, in the regulations of 2008, for installations with that installed capacity.

Τα αποτελέσματα του καθορισμού ποσοτώσεων και τιμολογίων τροφοδοσίας, καθώς και άλλων κρατικών οικονομικών-φορολογικών κινήτρων για φωτοβολταϊκά συστήματα έγιναν ορατά άμεσα επιτρέποντας στη χώρα να ελπίζει στην επίτευξη των στόχων που έθεσε για την ενσωμάτωση στο εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο της ανανεώσιμης ενέργειας.

Μετά από διαδικασία υποβολής προσφορών το έτος 2009 η εταιρία Arava Power<sup>41</sup> έλαβε τη σχετική άδεια και κατασκεύασε στις αρχές του έτους 2011 το πρώτο μεσαίου μεγέθους ηλιακό πεδίο, το Ketura Sun (Εικόνα 5) στο κιμπούτς Κετούρα, στην έρημο Νεγκεβ. Το Ketura Sun εκτείνεται σε περίπου 20 στρέμματα και αποτελείται από 28.200 ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 4,95MW. Το ηλιακό αυτό πεδίο συνδέθηκε με το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο την 1.9.2011 και σε ετήσια βάση παρέχει στην IEC 9 εκατομμύρια KWh ανανεώσιμης ενέργειας. Το ηλιακό αυτό πεδίο αποτελεί, επίσης, το πρώτο πεδίο με σύστημα αυτόματου καθαρισμού των ηλιακών συλλεκτών παγκοσμίως. Το έτος 2014 εγκαταστάθηκαν στο Ketura Sun 84 ρομπότ τύπου Ecoppia E4 για τον καθαρισμό των ηλιακών πάνελ καθημερινά από τη σκόνη. Τα ίδια τα ρομπότ διαθέτουν ηλιακό πάνελ και σύστημα

<sup>41</sup> Arava Power website <http://www.aravapower.com/>

αυτοκαθαρισμού, έτσι ώστε για τη λειτουργία τους να μην καταναλώνεται ενέργεια από εξωτερικές πηγές.



**Εικόνα 5:** Το πρώτο μεσαίου μεγέθους ηλιακό πεδίο Ketura Sun

*Πηγή: <http://www.aravapower.com/projects>*

Μέχρι το τέλος του έτους 2014 η εταιρία Arava Power κατασκεύασε ηλιακές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, συνολικής ισχύος 36MW.

Στις 23.7.2015 συνδέθηκε με το δίκτυο το δεύτερο μεγάλο ηλιακό πεδίο της χώρας, το οποίο κατασκευάστηκε από την Arava Power και την εταιρία EDF Energies Nouvelles Israel, ισχύος 40 MW, το Ketura Solar (Εικόνα 6). Το πεδίο αυτό αποτελείται από 140.343 ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ σε μία έκταση περίπου 150 στρεμμάτων παράγοντας 250.000 KWh την ημέρα.



**Εικόνα 6:** Το δεύτερο μεγάλο μεγέθους ηλιακό πεδίο Ketura Solar,

*Πηγή: <http://www.aravapower.com/projects>*

Το πρώτο μεγάλο ηλιακό πεδίο, Neot Hovav (Εικόνα 7), συνδέθηκε με το δίκτυο στις 23.12.2014. Βρίσκεται στη βιομηχανική ζώνη Neot Hovav (ήδη Ramat Hovav) στο Νότιο Ισραήλ, όπου λειτουργούν 19 εργοστάσια παραγωγής χημικών προϊόντων. Το σημείο όπου βρίσκεται το ηλιακό πεδίο αποτελούσε χώρο εναπόθεσης χημικών αποβλήτων. Το ηλιακό αυτό πεδίο που αποτελείται από 400.000 φωτοβολταϊκά πάνελ, ισχύος 37,5 MW κατασκευάστηκε από τον όμιλο Energinx, ο οποίος μέχρι το τέλος του έτους 2015 κατασκεύασε στο Ισραήλ ηλιακές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, συνολικής ισχύος 49,1MW.



**Εικόνα 7:** Το πρώτο μεγάλο μεγέθους ηλιακό πεδίο Neot Hovav,

*Πηγή: <http://www.energinx-group.com/Solar/>*

Το καθοριστικό, όμως, βήμα για την επίτευξη του στόχου της ισραηλινής κυβέρνησης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε ποσοστό 10% έως το 2020 (πριν την τροποποίηση της κυβερνητικής απόφασης 4450/2009 το έτος 2012 που αύξησε το ποσοστό σε 20%) έγινε με την έγκριση της κατασκευής του ηλιακού συγκροτήματος Ashalim στην έρημο Νεγκέβ το έτος 2009. Το ηλιακό συγκρότημα περιλαμβάνει δύο ηλιακά θερμικά έργα και ένα φωτοβολταϊκό έργο, συνολικής ισχύος 300MW, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 2% της παραγωγικής ικανότητας της χώρας. Βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της ερήμου Νεγκέβ κοντά στο κιμπούτς Ashalim, 35 χλμ. από την πόλη Μπερ Σεβά.

Το ηλιακό ενεργειακό πάρκο Ashalim, η κατασκευή του οποίου ξεκίνησε με μεγάλη καθυστέρηση το έτος 2015 και το οποίο αναμενόταν να ολοκληρωθεί τον Ιούλιο του 2018, θα είναι το μεγαλύτερο εργοστάσιο ηλιακής ενέργειας στο Ισραήλ και ένα από τα

μεγαλύτερα συγκροτήματα Συγκεντρωμένης Ηλιακής Ενέργειας (CSP) στον κόσμο. Η οικονομική σημασία του έργου για τη χώρα αναδεικνύεται ήδη με τη δημιουργία πληθώρας θέσεων εργασίας. Στην κατασκευή του έργου απασχολούνται περισσότεροι από 1.000 μηχανικοί, τεχνικοί, κατασκευαστές και προσωπικό παροχής υπηρεσιών υποστήριξης, ενώ κατά τη διάρκεια των 25 ετών προγραμματισμένης λειτουργίας του έργου θα απασχολούνται μόνιμα 45 εξειδικευμένοι υπάλληλοι.

Το Ashalim Plot A (Εικόνα 8) είναι σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ισχύ 110 MW. Η κατασκευή του έργου ξεκίνησε από την εταιρία Negev Energy και τον ισραηλινό όμιλο υποδομών Shikun & Binui, μετά από δημόσιο διαγωνισμό υποβολής προσφορών. Η χρηματοδότηση του έργου έκλεισε στις αρχές του καλοκαιριού του 2015. Τον Απρίλιο του 2016, το μερίδιο της Negev Energy μεταβιβάστηκε στο επενδυτικό ίδρυμα NOY Infrastructure & Energy και τον ισπανικό όμιλο TSK Group. Το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας θα πωλείται για 25 έτη στην Israel Electricity Corporation με τιμολόγιο 0,76 NIS/kWh. Η παραγόμενη ενέργεια θα ανέρχεται ετησίως σε περίπου 440 GWh, η οποία αρκεί για να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες περισσότερων από 60.000 ισραηλινών νοικοκυριών. Με πλήρη ισχύ, το εργοστάσιο θα συμβάλει στη μείωση περίπου 245.000 τόνων εκπομπών CO<sub>2</sub> ετησίως, που ισοδυναμεί με τη μη κυκλοφορία στο δρόμο 50.000 οχημάτων.



**Εικόνα 8:** Ο θερμοηλεκτρικός ηλιακός σταθμός Ashalim Plot A,

Πηγή: <http://nocamels.com/2018/01/renewable-energy-negev-solar-power/>

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι αυτή των παραβολικών κατόπτρων-συλλεκτών

ηλιακής ακτινοβολίας (Εικόνα 9). Οι 16.244 παραβολικοί συλλέκτες βρίσκονται τοποθετημένοι σε μία έκταση 3.900 δουνάμ (390 εκτάρια). Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από τους συλλέκτες που υποστηρίζονται από ένα μεταλλικό πλαίσιο που απλώνεται σε όλο το ηλιακό πεδίο. Τα κάτοπτρα περιστρέφονται για να παρακολουθούν τον ήλιο και με τη βοήθεια συνολικά 454.832 καθρεφτών η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται στους ειδικούς σωλήνες, συνολικού μήκους 203 χλμ, που βρίσκονται στο κέντρο της κοιλότητας των συλλεκτών. Το υγρό μεταφοράς θερμότητας που ρέει στους σωλήνες απορροφά το συγκεντρωμένο φως του ήλιου φτάνοντας τους 390 ° C και με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας η θερμική ενέργεια μεταφέρεται στη συνέχεια σε νερό για να παράγει ατμό που ωθεί τον στρόβιλο να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Ο σταθμός θα διαθέτει σύστημα αποθήκευσης της θερμικής ενέργειας, έτσι ώστε να μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια για 4,5 ώρες χωρίς ηλιακό φως και να λειτουργεί 11 ώρες κατά μέσο όρο κάθε μέρα.



**Εικόνα 9:** Τα παραβολικά κάτοπτρα στο ηλιακό πεδίο Ashalim Plot A,

Πηγή: <https://www.noyfund.co.il/single-post/2017/02/20/Negev-Energy---Ashalim>

Το Ashalim Plot B (Εικόνα 10) είναι σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ισχύ 121 MW που συνδυάζει τεχνολογίες CSP με ηλιακό πύργο. Η Megalim Solar Power ήταν ο ανάδοχος του έργου, έπειτα από δημόσιο διαγωνισμό. Πρόκειται για μια κοινοπραξία της γαλλικής Alstom (25,05%), της BrightSource Energy με έδρα τις ΗΠΑ (25,05%) και του επενδυτικού ταμείου NOY Infrastructure & Energy (49,9%). Το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας, η οποία αναμένεται να ανέρχεται ετησίως σε 320

GWh θα πωλείται για 25 έτη στην Israel Electricity Corporation με τιμολόγιο 0,76 NIS/kWh.



**Εικόνα 10:** Το ηλιακό πεδίο Ashalim Plot B (Megalim),

Πηγή: <http://www.brightsourceenergy.com/image-gallery#.Wu2jRoiFPIW>

Ο σταθμός διαθέτει έναν ηλιακό πύργο ύψους 250 μέτρων στο κέντρο ενός πεδίου 3,15 τετραγωνικών χλμ που καλύπτεται με 50.600 ηλιοστάτες (Εικόνα 11, Εικόνα 12) και με συνολική έκταση 1.052.480 τετραγωνικά μέτρα. Οι ηλιοστάτες (κάτοπτρα), συνολικής επιφάνειας 20 τ.μ. περιστρέφονται σε δύο άξονες ακολουθώντας τον ήλιο και συγκεντρώνουν το ηλιακό φως σε ένα λέβητα στην κορυφή του πύργου των 250 μέτρων που παράγει ατμό υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης για την τροφοδοσία ατμοστροβίλου που παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Ο κάθε ηλιοστάτης αποτελείται από χαμηλού σιδήρου γυάλινους καθρέφτες σε τέσσερα επίπεδα που εξασφαλίζουν μέγιστη ανακλαστικότητα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Ο νέος βελτιωμένος σχεδιασμός τους μεγιστοποιεί τη συνολική ανακλαστική επιφάνεια, δεδομένων των περιορισμών των μηχανικών συστημάτων κίνησης και της επιτρεπόμενης ισχύος του ανέμου. Τα εξαρτήματα χάλυβα μεγάλης ακρίβειας, συμπεριλαμβανομένων ενός σωλήνα ροπής, βραχίονες στήριξης και εξαρτημάτων σύνδεσης, εξασφαλίζουν ακαμψία και αξιοπιστία σε συνθήκες ερήμου για περισσότερα από 25 χρόνια.



**Εικόνα 11:** Ο ηλιακός πύργος Megalim με τους ηλιοστάτες,  
Πηγή: <http://www.brightsourceenergy.com/image-gallery#.Wu2jRoiFPIW>



**Εικόνα 12:** Ο ηλιακός πύργος Megalim με τους ηλιοστάτες,  
Πηγή: <http://www.brightsourceenergy.com/image-gallery#.Wu2jRoiFPIW>

Ο σταθμός δεν διαθέτει σύστημα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας. Από την πλευρά



των κατασκευαστών του έργου προτάθηκε στην ισραηλινή κυβέρνηση η επέκταση του έργου με διεύρυνση του ηλιακού πεδίου και την κατασκευή δεύτερου ηλιακού πύργου, ο οποίος θα διαθέτει δέκτη τετηγμένου άλατος που θα επιτρέπει την αποθήκευση θερμικής ενέργειας έως και πέντε ώρες χωρίς ηλιακό φως. Η λύση αυτή θα αυξήσει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια κατά 50%. Από την πλευρά της η κυβέρνηση εμφανίζεται διστακτική για την επιλογή αυτής της λύσης, προσανατολιζόμενη στην κατασκευή εργοστασίου φυσικού αερίου για την κάλυψη του 15% της ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του ηλιακού πύργου.

Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στο ηλιακό συγκρότημα Ashalim προβλέφτηκε να έχει συνολική ισχύ 79 MW. Το Μάρτιο του 2012, έπειτα από δημόσιο διαγωνισμό για φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος 30MW, αναδείχτηκε ανάδοχος (Εικόνα 13) η Ashalim Sun, μια κοινοπραξία της εταιρίας Sun Edison και της εταιρίας Clal Sun. Η εγκατάσταση ισχύος 30 MW συνδέθηκε με το δίκτυο το Δεκέμβριο του 2017, ενώ δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα η διαδικασία του διαγωνισμού για την κατασκευή της δεύτερης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.



**Εικόνα 13:** Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στο ηλιακό συγκρότημα Ashalim,

Πηγή: <http://www.pveurope.eu/News/Solar-Generator/PV-power-plants-in-Israel-advancing>

### **3.4.3 Καθορισμός νέων ποσοτώσεων για φωτοβολταϊκά συστήματα**

Μετά τη Συμφωνία του Παρισιού του 2015 για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, η ισραηλινή κυβέρνηση, όπως προαναφέρθηκε, δεσμεύτηκε για μια σειρά μέτρων για την υλοποίηση των στόχων της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο επίκεντρο των νέων ρυθμίσεων βρέθηκε η εκ νέου παροχή οικονομικών κινήτρων μέσω παροχής ποσοτώσεων και καθορισμού τιμολογίων τροφοδοσίας για φωτοβολταϊκά συστήματα. Υπολογίζοντας στη συνεχή ταχεία μείωση του κόστους των φωτοβολταϊκών συστημάτων, η ισραηλινή κυβέρνηση αναμένει ότι περισσότερο από το 50% της ανανεώσιμης ενέργειας στο Ισραήλ θα προέρχεται στο άμεσο μέλλον από το φωτοβολταϊκό τομέα.

Μέχρι το τέλος του έτους 2016 συνδέθηκαν στο δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα, συνολικής ισχύος περίπου 905,6 MW, από τα οποία τα 130 MW συνδέθηκαν κατά τη διάρκεια του έτους 2016.

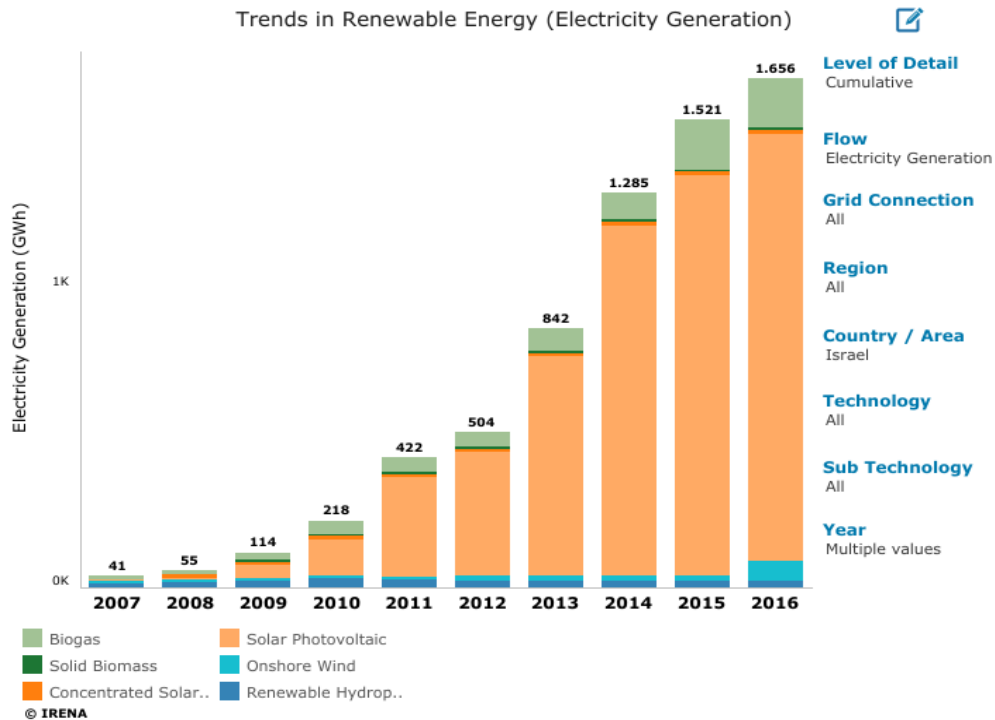
Στο τέλος του έτους 2016 το Υπουργείο Ενέργειας καθόρισε νέα ποσόστωση για φωτοβολταϊκά έργα συνολικής ισχύος 1.000 MW για τα έτη 2017 και 2018. Η διενέργεια των διαγωνισμών για εγκαταστάσεις ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων ανατέθηκε στην Αρχή Ηλεκτρισμού του Ισραήλ. Ο πρώτος διαγωνισμός για ηλιακή ισχύ 150 MW (με δυνατότητα επέκτασης στα 300MW) πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο του 2017, ενώ η διαδικασία των διαγωνισμών για το σύνολο της προβλεφθείσας ισχύος αναμενόταν να ολοκληρωθεί τον Ιούλιο του 2018<sup>42</sup>.

Στις 6 Μαΐου 2018 η Αρχή Ηλεκτρισμού έλαβε απόφαση για την εγκατάσταση μέχρι το 2020 φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος 1.900 MW, από τα οποία για τα 300 MW θα ισχύσει το σύστημα net-metering και για τα υπόλοιπα 1.600 MW θα καθοριστούν νέες ποσοτώσεις<sup>43</sup>.

---

<sup>42</sup> International Energy Agency (IEA). *Israel solar PV auction, Israel, International Energy Agency* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/israel/name-165123-en.php> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

<sup>43</sup> Israel Electric Corporation (2018) *Financial Reports (For the Period Ended March 31, 2018)* [online]. Διαθέσιμο σε [https://www.iec.co.il/EN/IR/Documents/The\\_Israel\\_Electric\\_Co-Financial\\_Reports\\_March\\_2018.pdf](https://www.iec.co.il/EN/IR/Documents/The_Israel_Electric_Co-Financial_Reports_March_2018.pdf) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)



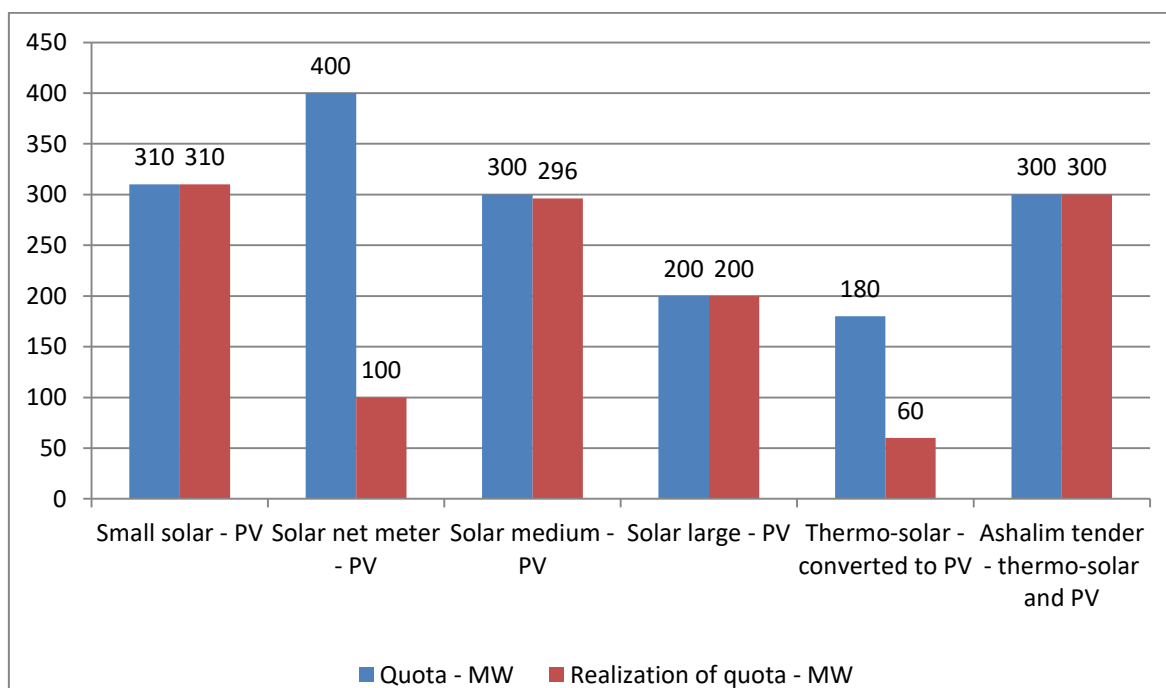
**Διάγραμμα 2:** Τάσεις στις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια)  
 Πηγή: <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=16>

### 3.4.4 Αποτελέσματα

Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό να προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια και, ειδικότερα, από φωτοβολταϊκά συστήματα (Διάγραμμα 2), το έτος 2016 ήταν περίπου 2,5%, που αντιστοιχεί σε 1,46 TWh (σημειώνεται ότι ο συντελεστής ισχύος στο Ισραήλ για φωτοβολταϊκά είναι σημαντικά υψηλότερος από ό,τι στην Ευρώπη και αντιπροσωπεύει περίπου το 19% -20% για την πραγματική παραγωγή σε ετήσιο μέσο όρο). Με βάση την έκθεση της Αρχής Ηλεκτρισμού του Ισραήλ για το έτος 2016, η υλοποίηση των ποσοστρώσεων για ηλιακές εγκαταστάσεις ανταποκρίνεται στους στόχους που τέθηκαν από την κυβέρνηση (Διάγραμμα 3).

Τέλος, σε επίπεδο προβλέψεων για τα έτη 2016-2020 σχετικά με τις παγκόσμιες

φωτοβολταϊκές αγορές, η Solar Power Europe<sup>44</sup> εκτιμά ότι στο Ισραήλ, που βρίσκεται στην 20η θέση παγκοσμίως, θα σημειωθεί μία αύξηση της τάξης των 1.350 MW, η οποία εάν προστεθεί στην υπάρχουσα δυναμικότητα, θα σήμαινε συνολική ισχύ 2.220 MW στη χώρα μέχρι το 2020.



**Διάγραμμα 3:** Πραγματοποιούμενες ποσοτώσεις ηλιακής ενέργειας

Πηγή: *Report on State of Electricity Economy Year of 2016, Electricity Regulatory Authority – Israel,*  
[https://pua.gov.il/English/Documents/english\\_report2016.pdf](https://pua.gov.il/English/Documents/english_report2016.pdf)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στις 17 Μαρτίου 2018 η ηλιακή ενέργεια που παράχθηκε στο Ισραήλ ανήλθε σε ποσοστό 13,40% της συνολικής ενέργειας που καταναλώθηκε στη χώρα, σύμφωνα με δηλώσεις των εκπροσώπων της IEC. Το ρεκόρ αυτό στην ηλιακή ενέργεια ήταν αποτέλεσμα δύο παραγόντων: της μείωσης στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και της υψηλής παραγωγής ηλιακής ενέργειας. Το ρεκόρ αυτό επιτεύχθηκε χωρίς ακόμα να έχει τεθεί σε λειτουργία το ηλιακό ενεργειακό πάρκο Ashalim, το οποίο πρόκειται να συμβάλει κατά ποσοστό 2,5% στο στόχο της κυβέρνησης για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2020.

<sup>44</sup> Solar Power Europe website <http://www.solarpowereurope.org/>

Το επίτευγμα του Ισραήλ στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας έχει πολλαπλή σημασία:

- Σε οικονομικό επίπεδο: επιβεβαιώνει την αξία της επιχειρηματικής του παράδοσης και της καινοτομίας και επαληθεύει πλήρως την άποψη του πρώτου πρωθυπουργού του κράτους του ότι μέσω της επιστήμης μπορεί να επιτευχθεί η οικονομική ανάπτυξη.
- Σε επίπεδο ενεργειακής αυτονομίας: δημιουργεί την αισιόδοξη προσδοκία ότι στο εγγύς μέλλον η ηλιακή ενέργεια θα μπορεί να καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών της χώρας.
- Σε επίπεδο βελτίωσης των συνθηκών της ενεργειακής αγοράς και προστασίας του περιβάλλοντος: αποδεικνύει αδιαμφισβήτητα ότι η καθαρή ενέργεια μπορεί να ανταγωνιστεί την ενέργεια που προέρχεται από συμβατικά καύσιμα, τόσο από άποψη κόστους όσο και από άποψη ασφάλειας εφοδιασμού, με πολλαπλά οφέλη για τις συνθήκες διαβίωσης στις σύγχρονες κοινωνίες.
- Σε επίπεδο εξωτερικής πολιτικής: αναιρεί σε μεγάλο βαθμό την κυριαρχία των χωρών που είναι πλούσιες σε ορυκτά καύσιμα. Ειδικά στην περίπτωση του Ισραήλ, την ενεργειακή απομόνωση του κράτους προκάλεσαν από θέση ισχύος οι πετρελαιοπαραγωγικές αραβικές χώρες.

Το μόνο που μένει τώρα να αποδειχτεί είναι εάν η διαφανιόμενη ισοτιμία, υπό την έννοια της ενεργειακής αυτάρκειας, στις θέσεις των δύο μερών, του Ισραήλ και των αραβικών χωρών, θα μπορούσε να συμβάλει με οποιονδήποτε τρόπο στην εξομάλυνση των τεταμένων μεταξύ τους σχέσεων. Σε περίπτωση θετικής απάντησης, θα αποκτούσε ιδιαίτερη σημασία και σε συμβολικό επίπεδο η χρήση της ηλιακής ενέργειας, η οποία λόγω της φύσης της προϋποθέτει ενεργειακές διασυνδέσεις με τις γειτονικές χώρες για βέλτιστα αποτελέσματα στην εξισορρόπηση της ισχύος και την ασφάλεια εφοδιασμού.





## II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. Senor, D. and Singer, S. (2009). *Start-up Nation: The Story of Israel's Economic Miracle*
2. Mor, A., Seroussi, S., Ainspan, M. (2009). *Electricity and Renewable Energy – Israel Profile* in Mason M., Mor A. etc (2009) *Renewable Energy in the Middle East*. The NATO Science for Peace and Security Programme
3. Bahgat, G. (2011), *Israel's Energy Security: Regional Implications* [online], Essay in The Middle East Policy Council Journal (Volume XVIII Fall 2011 Number 3). Διαθέσιμο σε <http://merp.org/israels-energy-security-regional-implications> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
4. Lipstein, N. and Dr. Tal, A. *Israeli Renewable Energy Policy: Past and Present* [online]. Article in Jewish Energy Guide. Διαθέσιμο σε <http://aytzim.org/resources/jeg/318> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
5. Zetelny, I. (2012). *Renewable Energy Recap: Israel* [online]. Article in Renewable Energy World website. Διαθέσιμο σε <https://www.renewableenergyworld.com/articles/2012/01/renewable-energy-recap-israel.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
6. Sterman, D. (2009). *Israel's Solar Industry: Reclaiming a Legacy of Success* [online]. Topic in Climate Institute website. Διαθέσιμο σε <http://climate.org/archive/topics/international-action/israel-solar.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
7. Einav A. (2004). *Solar Energy Research and Development Achievements in Israel and Their Practical Significance* [online]. Article in Journal of Solar Energy Engineering. Διαθέσιμο σε <http://solarenergyengineering.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=1457094> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
8. Omera, E., Guettab, R., Ioslovichb, I., Gutmanb, P. O., Borshchevsky, M. (2008). *‘Energy Tower’ combined with pumped storage and desalination: Optimal design and analysis* [online]. Article in Renewable Energy. Διαθέσιμο σε [https://www.researchgate.net/publication/229347962\\_Energy\\_Tower\\_combined\\_with\\_pumped\\_storage\\_and\\_desalination\\_Optimal\\_design\\_and\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/229347962_Energy_Tower_combined_with_pumped_storage_and_desalination_Optimal_design_and_analysis) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
9. Ribak, N. E., Laora, A., Faimanb, D., Biryukovb, S. and Broschc, N. (2003). *Converting PETAL, the 25m solar collector, into an astronomical research facility* [online]. Article in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering website. Διαθέσιμο σε [https://www.researchgate.net/publication/241585409\\_Converting\\_PETAL\\_the\\_25m\\_solar\\_collector\\_into\\_an\\_astronimcal\\_research\\_facility](https://www.researchgate.net/publication/241585409_Converting_PETAL_the_25m_solar_collector_into_an_astronimcal_research_facility) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
10. Price, H., Lu'pfert, E., Kearney, D., Zarza, E., Cohen, G., Gee, R. and Mahoney, R. (2002). *Advances in Parabolic Trough Solar Power Technology* [online]. Article in Journal of Solar Energy Engineering. Διαθέσιμο σε [https://www.researchgate.net/publication/245366880\\_Advances\\_in\\_Parabolic\\_Trough\\_Solar\\_Power\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/245366880_Advances_in_Parabolic_Trough_Solar_Power_Technology) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)



11. Zetelny, I. (2012). *Renewable Energy Recap: Israel* [online]. Article in Renewable Energy World. Διαθέσιμο σε <https://www.renewableenergyworld.com/articles/2012/01/renewable-energy-recap-israel.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
12. Winter, R. (2011). *Israel's Special Relationship with the Solar Water Heater* [online]. Article in Reuters. Διαθέσιμο σε <https://www.reuters.com/article/idUS311612153620110318> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
13. Ali Oettinger, S. (2015). *Israel: 40MW Ketura plant connected to grid* [online]. Article in pv-magazine. Διαθέσιμο σε [https://www.pv-magazine.com/2015/07/31/israel-40mw-ketura-plant-connected-to-grid\\_100020446/](https://www.pv-magazine.com/2015/07/31/israel-40mw-ketura-plant-connected-to-grid_100020446/) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
14. Udasin, S. (2015). *Israel's largest solar field begins flowing to the national grid* [online]. Article in The Jerusalem Post. Διαθέσιμο σε <https://www.jpost.com/Business-and-Innovation/Environment/Israels-largest-solar-field-begins-flowing-to-the-national-grid-410548> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
15. Gross, D. (2015). *Israeli Solar Warms Up* [online]. Article in Slate. Διαθέσιμο σε [http://www.slate.com/articles/business/the\\_juice/2015/08/ketura\\_solar\\_energy\\_field\\_israeli\\_is\\_finally\\_embracing\\_renewable\\_power.html?via=gdpr-consent](http://www.slate.com/articles/business/the_juice/2015/08/ketura_solar_energy_field_israeli_is_finally_embracing_renewable_power.html?via=gdpr-consent) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
16. A. Fakhouri and A. Kuperman (2014). *Backup of Renewable Energy for an Electrical Island: Case Study of Israeli Electricity System—Current Status* [online]. Article in Scientific World Journal. Διαθέσιμο σε <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3927577/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
17. Israel Ministry of Environmental Protection website. *Renewable Energy Policies, 1980-Present* [online]. Διαθέσιμο σε [http://www.sviva.gov.il/English/env\\_topics/climatechange/renewable-energy/Pages/Renewable-Energy-Planning-And-Policy.aspx](http://www.sviva.gov.il/English/env_topics/climatechange/renewable-energy/Pages/Renewable-Energy-Planning-And-Policy.aspx) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
18. International Energy Agency (IEA). *Renewable energy targets and promotion policy, Israel* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/israel/name-24517-en.php> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
19. International Energy Agency (IEA). *Israel Net-Metering regulation Framework* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/israel/name-165077-en.php> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
20. T-Solar website (2018). *Photovoltaic solar energy in the state of Israel* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.tsolar.com/en/news/photovoltaic-solar-energy-in-the-state-of-israel.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
21. EuroAsia Interconnector website (2017). *EuroAsia Interconnector concludes strategic alliance agreement with Elia Grid* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.euroasia-interconnector.com/news-euroasia-interconnector-concludes-strategic-alliance-agreement-with-elia-grid1078period2017-12/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

22. Helioscsp Solar Thermal Energy News (2014). *Concentrated Solar Power (CSP) in Israel* [online]. Διαθέσιμο σε <http://helioscsp.com/concentrated-solar-power-csp-in-israel/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
23. Bright Source website (2015). *Cornerstone laid at Israel's Ashalim solar-thermal power plant, one of the largest of its kind in the world* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.brightsourceenergy.com/ashalim-cornerstone-event#.W5P1XUiFOUm> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
24. Pv-magazine (2015). *Clean energy from 'most polluted place in Israel* [online]. Διαθέσιμο σε [https://www.pv-magazine.com/2015/05/08/clean-energy-from-most-polluted-place-in-israel\\_100019389/](https://www.pv-magazine.com/2015/05/08/clean-energy-from-most-polluted-place-in-israel_100019389/) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
25. Globes Israel's Business Arena (2014). *6 new solar fields launched in Israel* [online]. Διαθέσιμο σε <https://en.globes.co.il/en/article-6-new-solar-fields-launched-in-israel-1000930329> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
26. Pv-magazine (2017). *Israel to reintroduce FITs for rooftop PV up to 50 kW* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.pv-magazine.com/2017/12/21/israel-to-reintroduce-fits-for-rooftop-pv-up-to-50-kw/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
27. Weizmann Institute of Science website. *The Canadian Institute for the Energies and Applied Research* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.weizmann.ac.il/center/solarenergy/welcome-letter> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
28. Global Solar Thermal Energy Council website (2015). *Israel: Front runner in Solar Building Code with Strong Impact on Market* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.solarthermalworld.org/content/israel-front-runner-solar-building-code-strong-impact-market> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
29. International Energy Agency (IEA). *Israel solar PV auction, Israel, International Energy Agency* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/israel/name-165123-en.php> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
30. Business Wire website. *BrightSource Launches Next Generation Solar Field Technologies* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.businesswire.com/news/home/20160321006064/en/BrightSource-Launches-Generation-Solar-Field-Technologies> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
31. Helioscsp Solar Thermal Energy News (2015). *Israel's 121 MW Ashalim Plot B Concentrated Solar Power plant set for 50% expansion* [online]. Διαθέσιμο σε <http://helioscsp.com/israels-121-mw-ashalim-plot-b-concentrated-solar-power-plant-set-for-50-expansion/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
32. NOY Fund website (2017). *Negev Energy - Ashalim* [online]. Διαθέσιμο σε <https://www.noyfund.co.il/single-post/2017/02/20/Negev-Energy---Ashalim> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
33. Pitt-Chambers, K. (2016). *Solar Innovation In Israel : Making use of the desert sun* [weblog]. GreenPac. Διαθέσιμο σε [https://www.greenpac.ca/solar\\_innovation\\_in\\_israel](https://www.greenpac.ca/solar_innovation_in_israel) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
34. Faïman, D., *Israel Science & Technology: Solar Energy Sector* [online]. Article in Jewish Virtual Library. Διαθέσιμο σε <https://www.jewishvirtuallibrary.org/solar-energy-sector-in-israel> (τελευταία πρόσβαση 27.7.2018)

35. Μποζανίνου Τ. (2010). *Τα κιμπούτς πεθαίνουν στο Ισραήλ* [online]. Άρθρο στο Το Βήμα. Διαθέσιμο σε <http://www.tovima.gr/world/article/?aid=351019> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
36. Rifkin L. (2010). *Adult children of the dream* [online]. Article in Jerusalem Post [online]. Διαθέσιμο σε <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B9%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%8D%CF%84%CF%82> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
37. Sandler, N. (2008). *At the Zenith of Solar Energy* [online]. Article in Business Week. Διαθέσιμο σε <http://cnpublications.net/2008/03/27/concentrated-solar-power/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
38. Sterman, D. (2009). *Israel's Solar Industry: Reclaiming a Legacy of Success* [online]. Article in Climate Institute website. Διαθέσιμο σε <http://climate.org/archive/topics/international-action/israel-solar.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
39. Kloosterman, K. *Solar Boilers for Hot Water (Israel)* [online]. Solaripedia. Διαθέσιμο σε [http://www.solaripedia.com/13/61/541/sun\\_boilers\\_in\\_israel.html](http://www.solaripedia.com/13/61/541/sun_boilers_in_israel.html) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
40. Rinat, Z. (2017). *Report Says Rooftop Solar Panels Are Sufficient to Meet Israel's Energy Goals* [online]. Article in Haaretz. Διαθέσιμο σε <https://www.haaretz.com/israel-news/report-rooftop-solar-panels-meet-israel-s-energy-goals-1.5459659> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
41. Habjanec, D. (2010). *Solar collector facts. Interesting energy facts* [online]. Διαθέσιμο σε <http://interestingenergyfacts.blogspot.com/2010/05/solar-collector-facts.html> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
42. Leichman A. K. (2017) *Take a tour of Israel's huge new solar-energy valley in the desert* [online]. Article in Israel 21c. Διαθέσιμο σε <https://www.israel21c.org/take-a-tour-of-israels-huge-new-solar-energy-valley-in-the-desert/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
43. Blum A. D. (2015) *Exploring Israeli Venture Capital Investing In Renewable Energy* [online]. Journal of International Energy Policy. Διαθέσιμο σε [https://www.researchgate.net/publication/292944368\\_Exploring\\_Israeli\\_Venture\\_Capital\\_Investing\\_In\\_Renewable\\_Energy](https://www.researchgate.net/publication/292944368_Exploring_Israeli_Venture_Capital_Investing_In_Renewable_Energy) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
44. Fanack (2017). *Solar Power in Israel* [online]. Διαθέσιμο σε <https://fanack.com/israel/economy/solar-power-in-israel/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
45. Wikipedia. *Solar power in Israel* [online]. Διαθέσιμο σε [https://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_power\\_in\\_Israel](https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_power_in_Israel) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
46. Helioscsp Solar Thermal Energy News (2010). *In Israel, Big Solar Field Begins to Rise* [online]. Διαθέσιμο σε <http://helioscsp.com/in-israel-big-solar-field-begins-to-rise/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
47. Israel Newtech website. *Israel's Renewable Energy Sector* [online]. Διαθέσιμο σε <http://israelnewtech.gov.il/English/Energy/Pages/aboutus.aspx> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
48. Tel Aviv University. *The Center for Renewable Energy* [online]. Διαθέσιμο σε [https://english.tau.ac.il/renewable\\_energy](https://english.tau.ac.il/renewable_energy) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)

49. The European Solar Thermal Industry Federation. *SOLAR ORDINANCES* [online]. Διαθέσιμο σε [http://www.estif.org/policies/solar\\_ordinances/](http://www.estif.org/policies/solar_ordinances/) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
50. Bright Source website. *Ashalim* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.brightsourceenergy.com/ashalim-solar-project#.W5P090iFOUI> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
51. Megalim Solar Power website. *About the Project* [online]. Διαθέσιμο σε <http://megalimsolar.wixsite.com/megalim-solar-power/the-project> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
52. Wikipedia. *Ashalim Power Station* [online]. Διαθέσιμο σε [https://en.wikipedia.org/wiki/Ashalim\\_Power\\_Station](https://en.wikipedia.org/wiki/Ashalim_Power_Station) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
53. Wikipedia. *Ketura Sun* [online]. Διαθέσιμο σε [https://en.wikipedia.org/wiki/Ketura\\_Sun](https://en.wikipedia.org/wiki/Ketura_Sun) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
54. SolarPACES Executive Committee website. *Israel CSP Potential* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.solarpaces.org/csp-technologies/csp-potential-solar-thermal-energy-by-member-nation/israel/> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
55. National Renewable Energy Laboratory website (2015). *Ashalim* [online]. Διαθέσιμο σε [http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project\\_detail.cfm/projectID=276](http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm/projectID=276) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
56. National Renewable Energy Laboratory website (2016). *Ashalim Plot B* [online]. Διαθέσιμο σε [http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project\\_detail.cfm/projectID=277](http://www.nrel.gov/csp/solarpaces/project_detail.cfm/projectID=277) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
57. Weizmann Institute website. *Weizmann Wonder Wander News, Features and Discoveries from the Weizmann Institute of Science, In this chapter: Research Facilities, Toward Commercial Solar Power, From Sunlight to Fuel, Developing Better Solar Cells, The Sun's Many Faces* [online]. Διαθέσιμο σε <https://wiswander.weizmann.ac.il/content/solar-energy> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
58. Shaviv, E., Caine, E. M., Grossman, G. (2013), *Clean Energy Innovation Policy in Israel: Identifying Fundamental Principles through a Case Study of Smart Grid Policy* [online]. The Samuel Neaman Institute for Advanced Studies in Science and Technology, Technion – Israel Institute of Technology. Διαθέσιμο σε <https://www.neaman.org.il/Files/6-384.pdf> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
59. Electricity Regulatory Authority, Israel. *The Electricity Authority Report on State of Electricity Economy Year of 2016* [online]. Διαθέσιμο σε [https://pua.gov.il/English/Documents/english\\_report2016.pdf](https://pua.gov.il/English/Documents/english_report2016.pdf) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
60. Bank of Israel (2016). *Long-Term Trends in the Supply and Demand of Electricity in Israel* [online]. Section from the Bank of Israel Annual Report for 2015. Διαθέσιμο σε <http://www.boi.org.il/en/NewsAndPublications/PressReleases/Documents/Long-Term%20Trends%20in%20the%20Supply%20and%20Demand%20of%20Electricity%20in%20Israel.docx> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
61. Israel Electric Corporation (2018) *Financial Reports (For the Period Ended March 31, 2018)* [online]. Διαθέσιμο σε

- [https://www.iec.co.il/EN/IR/Documents/The\\_Israel\\_Electric\\_Co-Financial\\_Reports\\_March\\_2018.pdf](https://www.iec.co.il/EN/IR/Documents/The_Israel_Electric_Co-Financial_Reports_March_2018.pdf) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
62. Friedmann, G. *Israel - Photovoltaic Technology Status and Prospects: an update* in Photovoltaic Power Systems Programme Annual Report 2016 [online]. The International Energy Agency (IEA). Διαθέσιμο σε <https://solar-support.org/files/132/dump> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  63. European Investment Bank (Summary Report – October 2010). *Study on the Financing of Renewable Energy Investment in the Southern and Eastern Mediterranean Region* [online]. Διαθέσιμο σε [http://www.eib.org/attachments/country/study\\_msp\\_en.pdf](http://www.eib.org/attachments/country/study_msp_en.pdf) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  64. Grossman, G. and Goldrath, T. (2012). *Solar Energy for Residential Buildings in Israel* [online]. Summary and recommendations by the Energy Forum at Samuel Neaman Institute, the Technion. Διαθέσιμο σε <https://www.neaman.org.il/Files/energy%20forum%2024%20abstract.pdf> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  65. Shkedi D. (2015). *The Electricity Sector in Israel* [online]. Embassy of India, Tel-Aviv Commercial Wing. Διαθέσιμο σε <https://www.indembassy.co.il/pdf/Report-on%20the-National-Electricity-Sector-Reissued-June-2015.pdf> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  66. Ben-Shalom J. *Israel National Report for CSD-14/15 Thematic Areas* [online]. Ministry of Environment, Israel. Διαθέσιμο σε <http://www.un.org/esa/agenda21/natinfo/countr/israel/industry.pdf> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  67. Shaviv, E., Caine, E. M., Grossman, G. (2013). *Clean Energy Innovation Policy in Israel: Identifying Fundamental Principles through a Case Study of Smart Grid Policy* [online]. The Samuel Neaman Institute for Advanced Studies in Science and Technology, Technion – Israel Institute of Technology. Διαθέσιμο σε <https://www.neaman.org.il/Files/6-384.pdf> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  68. Israel - India Steering Committee (2001). *ENERGY TOWERS for Producing Electricity and Desalinated Water without a Collector* [online]. Διαθέσιμο σε [https://transnational-renewables.org/Gregor\\_Czisch/projekte/new\\_et-brochure\\_zaslavsky.pdf](https://transnational-renewables.org/Gregor_Czisch/projekte/new_et-brochure_zaslavsky.pdf) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  69. Consortium MVVdecon/ENEARTE-I/Sonelgaz/Terna (2011). *Paving the Way for the Mediterranean Solar Plan Activity 1.1.1: Benchmarking of existing practice against EU norms - Country Report Israel -* [online]. Διαθέσιμο σε <https://library.euneighbours.eu/content/paving-way-mediterranean-solar-plan-%E2%80%93-benchmarking-report-israel> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  70. Faiman, D., Biryukov, S. and Kreske Pearlmutter K. (2002). *PETAL: A Research Pathway to Fossil-Competitive Solar Electricity* [online]. Conference: Photovoltaic Specialists Conference, 2002. Conference Record of the Twenty-Ninth IEEE. Διαθέσιμο σε [https://www.researchgate.net/publication/224740884\\_PETAL\\_A\\_research\\_pathway\\_to\\_fossil-competitive\\_solar\\_electricity](https://www.researchgate.net/publication/224740884_PETAL_A_research_pathway_to_fossil-competitive_solar_electricity) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
  71. Proaktor, G., Cohen, R., Rosen, A., Weinstein, E. and Alloul, N. (2016). *Israel National Plan For Implementation of the Paris Agreement* [online]. Publications, Information and Internet Division. Διαθέσιμο σε

- <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0801-P0900/P0836eng.pdf> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
72. Epp, B. (2015). *Solar and Renewable Building Codes in the MENA Region* [online]. Italian Ministry of Environment, Land and Sea. Διαθέσιμο σε [http://www.med-desire.eu/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=965&Itemid=545&lang=en](http://www.med-desire.eu/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=965&Itemid=545&lang=en) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
73. Master thesis in the Master of Business Administration program, The Hebrew University of Jerusalem (2014). *Towards a solar rooftop reform: How Israel's residential photovoltaics can upscale the economy* [online]. Διαθέσιμο σε <http://www.rooftop.co.il/wp-content/uploads/2016/09/The-Israeli-Rooftop-Reform.pdf> (τελευταία πρόσβαση Ιανουάριος 2018)
74. Yasner A. R. (2012). *Maximizing Renewable Electricity in Israel: Energy Security, Environmental Impact, and Economic Development* [online]. Dietrich College Honors Theses, Carnegie Mellon University. Διαθέσιμο σε [https://figshare.com/articles/Maximizing\\_Renewable\\_Electricity\\_in\\_Israel\\_Energy\\_Security\\_Environmental\\_Impact\\_and\\_Economic\\_Development/6686186](https://figshare.com/articles/Maximizing_Renewable_Electricity_in_Israel_Energy_Security_Environmental_Impact_and_Economic_Development/6686186) (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
75. Κρασσάς, Β. (2011). *Συγκεντρωτικά Ηλιακά Συστήματα, μία οικονομοτεχνική μελέτη για την ελληνικά επικράτεια* [online]. Διπλωματική εργασία, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ. Διαθέσιμο σε <http://dspace.lib.ntua.gr/handle/123456789/3890?locale-attribute=en> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)
76. Γουλιώτη, Ε. (2003). *Ανάλυση και Μοντελοποίηση Στόχων Ενεργειακής Πολιτικής* [online]. Διπλωματική εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ. Διαθέσιμο σε <http://artemis.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/13799> (τελευταία πρόσβαση 2.9.2018)