

אנרגיית מימן – מרכיב במשק אנרגיה בר קיימא ודל פחמן בישראל בשנת 2050?

עמדת אדם טבע ודין

מהו מימן?

מימן הוא היסוד הקל ביותר והנפוץ ביותר ביקום (כ-73%), שסימלו הכימי הוא H. נפיצותו בקרום כדור הארץ ובאטמוספירה קטנה בהרבה, ואולם הוא עדיין מצוי בכדור הארץ בכמויות משמעותיות ביותר בהיותו מרכיב מרכזי במים המכסים את מרבית הפלנטה ובחומרים האורגניים שמהם מורכבת הביוספירה. המימן מצוי גם בכמויות משמעותיות בדלקים פוסיליים שהיו פעם חלק מן הביוספירה ונוצרו במעבה האדמה.

איך מפיקים מימן?

היות ועל פני כדור הארץ המימן כמעט ואינו מופיע בצורתו הטהורה כמולקולה גזית (H_2), אלא כאמור רק בתרכובות שונות, הרי לצורך הפקת מימן יש צורך לייצרו בתהליכים שונים שבהם הוא מופרד מהיסודות האחרים שאליהם הוא קשור. לצורך הפקת מימן דרוש חומר גלם המכיל מימן ומקור אנרגיה הדרוש לניתוק הקשרים הכימיים שבהם קשור המימן למולקולה. כיום ישנן טכנולוגיות אחדות להפקת מימן. חלקן בשלות מבחינה טכנולוגית וחלקן בפיתוח. עלות התהליך ופליטות הפחמן הדו חמצני ממנו תלויים בחומר הגלם ובאופן הייצור. נהוג לכנות תהליכים אלו בצבעים שונים.

מימן חום מופק מפחם בתהליך של גזיפיקציה. עלות תהליך זה נמוכה, אך הוא פולט כמויות לא מבוטלות של פחמן דו חמצני.

מימן אפור מיוצר מגז טבעי על ידי פירוק בחום או בקיטור. עלות התהליך נמוכה, אך הוא פולט פחמן דו חמצני (באותן כמויות כמו בצריכה ובשריפה של הגז באופן ישיר).

מימן כחול הוא מימן המיוצר מגז או מפחם בתהליכים הנ"ל, אך בקצה התהליך מתווספת טכנולוגיה ללכידת הפחמן הדו חמצני שנוצר. לא ניתן ללכוד את כולו ועדיין יהיו פליטות פחמן, אך הערכות שונות מדברות על אפשרות ללכידה של 50-90% מהפחמן הדו חמצני.

מימן ירוק הוא מימן המיוצר ממים באמצעות חשמל – תהליך הקרוי אלקטרוליזה. בקצה התהליך זהו תהליך נקי וללא פליטות, אך הוא יקר מאד ומצריך אנרגיה רבה. אם מקור האנרגיה הוא אנרגיה מתחדשת וירוקה, הרי שהתהליך נקי לחלוטין.

כיצד יכול המימן לשמש כמקור אנרגיה?

המימן הוא דלק שחמצונו משחרר אנרגיה. החמצון יכול להתבצע במספר סקטורים ובמספר טכנולוגיות שנמצאות בשלבים שונים של בשלות, הדגמה, ניסוי או פיתוח. כך, לדוגמה, מימן יכול להישרף ישירות במנועי בעירה פנימית המשמשים לתחבורה (במקום הדלק הפחמימיני הפוסילי) וליצור את תנועות המנוע ואת תמסורת הכוח, או להתחמץ בתחבורה בתאי דלק המייצרים ישירות אנרגיה חשמלית למנוע החשמלי של כלי הרכב. מימן יכול לשמש כדלק גם בכלי רכב כבדים, ברכבות, באוניות ובעתיד גם במטוסים. מימן יכול לשמש כדלק גם בתעשייה. כמו כן ניתן להשתמש במימן לייצור כימיקלים שונים שנדרשים בתעשיות שונות כחומרי גלם או כתוצרים. כימיקלים אלה יכולים אף לשמש כדלק בעצמם (כדוגמת אמוניה) או כצורת אחסון. ניתן לשלב מימן במערכות חימום עירוניות. כמו כן ישנן גם תחנות כוח לייצור חשמל ממימן.

מהם היתרונות של שימוש במימן כמקור אנרגיה?

למימן מספר יתרונות בלתי מבוטלים כמקור אנרגיה פוטנציאלי:

- המימן יכול לשמש כדלק במספר רב של שימושים וטכנולוגיות ובהם תחבורה, תעשייה וייצור חשמל.
- המימן יכול לשמש כדלק תחבורתי גם בכלי רכב כבדים ובין-עירוניים ולא רק בכלי רכב עירוניים קטנים וכן בתחבורה ימית ואווירית. טווח הנסיעה של רכב מימן קרוב יותר לשל רכב בדלק פוסילי וגדול יותר מרכב חשמלי.
- מימן הוא גז הניתן לניזול ועל כן הוא ניתן לאחסון ושינוע, בצינורות, מכליות, מכלים, ועוד בקלות יחסית. עם זאת התשתיות והלוגיסטיקה הדרושות לכך הן יקרות ומורכבות.
- מימן מאפשר אגירת אנרגיה.
- תדלוק במימן קל ומהיר יותר מטעינת רכב חשמלי.
- בניגוד לאנרגיה מתחדשת אך בדומה לדלק פוסילי השימוש במימן אפשרי בכל ימות השנה ושעות היממה, ועל כן המימן מאפשר יציבות במערכות האנרגיה.
- המימן מצוי בכמויות גדולות בכדור הארץ.
- השימוש במימן נקי מפליטות. הפליטות שנוצרות משימוש במימן הן בעיקר של אדי מים. במקרה של שריפת מימן ויצירת חום נוצרות גם תחמוצות חנקן. השימוש במימן לא פולט פחמן דו חמצני, ועל כן אין לו השפעה (בשימוש) על ההתחממות הגלובלית, והוא עשוי להיות גורם משמעותי ביותר בהפחתת זיהום האוויר במרכזי הערים.
- המימן יכול לתרום להפחתת פליטות בסקטורים שקשה להפחית בהם פליטות בדרכים אחרות.

מה החסרונות של שימוש במימן כמקור אנרגיה?

למימן חסרונות בייצור ובהפקה שלו וכן באחסון, בשינוע ובשימוש.

- מימן הוא גז דליק ונפיץ הנושא בחובו סיכונים בטיחותיים. קיימים כיום בעולם אמצעים ורגולציה בנושאי הבטיחות, אך הקפדה עליהם מייקרת את התשתיות והשימוש.
- צריכת האנרגיה בהפקה היא גדולה מאד. דרושה אנרגיה רבה מאד על מנת לקבל אחר כך את מקור האנרגיה הנקי הזה.
- הפקה של מימן מדלקים פוסיליים (מגז מחצבים או מפחם) היא זולה וצורכת מעט אנרגיה יחסית, אך היא מלווה בפליטות גזי חממה. הפחתה ניכרת של פליטת גזי החממה בייצור מימן כחול מעלה את צריכת האנרגיה של התהליך ומייקרת אותו מאד. הפקת מימן ירוק ממים כאשר מקור החשמל לתהליך הוא אנרגיה מתחדשת יוצרת דלק ללא פליטות בייצור ובצריכה, אולם היא יקרה עוד יותר ומצריכה בעצמה אנרגיה בכמויות גדולות מאד. כך, ייצור המימן הירוק הוא עדיין בלתי יעיל אנרגטית ויקר כלכלית.

לאור משבר האקלים מהו מקומו הפוטנציאלי של מימן במשק אנרגיה בר קיימא?

היות ומימן הוא מקור אנרגיה ורסטילי שניתן להפקה מכמה חומרי גלם ובמגוון צורות, יש לו שימושים טכנולוגיים רבים בסקטורים שונים, והפקתו יכולה להיעשות באופן מופחת מאד בפליטות גזי חממה ועד לאיפוס פליטות, הרי שפוטנציאל השימוש בו במשק אנרגיה בר קיימא הוא גדול. היות ולכל מקור אנרגיה יתרונות וחסרונות, הרי שמשק אנרגיה בר קיימא יצריך תמהיל של אנרגיה (ולא הסתמכות של 100% על מקור יחיד). מדינות רבות רואות במימן כדלק פוטנציאלי להיות מרכיב מרכזי בתמהיל זה, וכגורם שיאפשר עמידה ביעדי הפחתת הפליטות של גזי חממה, אך על מנת לממש פוטנציאל זה יש צורך לקדם את הטכנולוגיות ואת התשתיות ולהפחית את המחיר. מדינות רבות נמצאות בשלבים שונים במו"פ, בפרויקטי הדגמה, בפרויקטים מסחריים, בהקמת תשתיות וביצירת רגולציה. כל אלו מלוות בהשקעות ובתקציבים רבים וכן באסטרטגיות לאומיות למימן שקיימות כבר בלמעלה מארבעים מדינות. סוכנות האנרגיה הבינלאומית סבורה כי יש להגדיל עתה את היצע הטכנולוגיות ולהוזיל את העלויות כדי לנצל את המומנטום הקיים כעת בעולם למימן נקי.



מה המצב הנוגע למימן בישראל?

במדינת ישראל אין כרגע אסטרטגיה רשמית ומאושרת למימן ואין רגולציה מתאימה, אולם נושא זה נמצא על סדר יומו של משרד האנרגיה. משרד האנרגיה פרסם טיוטת אסטרטגיה שעל פיה עד שנת 2030 תהיה התמקדות במחקר ופיתוח, בין 2030-2040 יתבצעו פרויקטי פיילוט, ועד שנת 2050 נגיע ליישום משמעותי. עם זאת כבר כיום מוצגים או מקודמים פרויקטים שונים על ידי גורמים משקיים בישראל כגון בז"ן או כי"ל.

המלצות אדם טבע ודין בנוגע לאנרגיית מימן

1. לנוכח משבר האקלים יש צורך לגבש ולאשר בשיתוף הציבור אסטרטגיית מימן לאומית.
2. יש צורך לתת את הדגש על מימן נקי ככל האפשר ירוק או כחול.
3. יש צורך לקדם רגולציה שתאפשר ותתמוך בייצור או בשימוש במימן נקי, ותקשה או תאסור מקורות מימן מזהמים.
4. יש צורך לקדם רגולציית בטיחות לייצור ולשימוש במימן.
5. יש צורך להטמיע את האסטרטגיה והרגולציה הלאומית למימן במערכות התכנון בטרם מאושרים פרויקטים של מימן, ולתכנן את התשתיות בהתאם.
6. יש צורך להיות חלק ממאמץ המו"פ הבינלאומי לפיתוח מקור אנרגיה נקי נוסף זה שיוכל להיות חלק מתמהיל האנרגיה בר הקיימא ולסייע בעמידה ביעדי הפחתת הפליטות.