**מלחים: סוגים, תכונות, שימושים והפקה**

**סוגי מלחים**

ההגדרה מדעית של מלח היא תרכובת יונית המורכבת מקטיונים בעלי מטען חשמלי חיובי (לרוב של יוני מתכות) ומאניונים בעלי מטען חשמלי שלילי (לרוב יונים של אלמתכות). לדוגמה: מלח הבישול (שם עממי של המלח נתרן כלורי) מורכב מקטיון של נתרן (מתכת) ומאניון של כלור (אלמתכת). לתרכובות של המלחים השונים יש מבנה גביש ייחודי. בסקירה זו נתייחס למלח הבישול, למלח האשלג ולמלחי הפוספטים.

**מלח בישול**

שמוהמדעי של מלח הבישול הוא נתרן כלורי. הוא מוצק גבישי (ניתך בטמפרטורה של 801 מעלות צלסיוס). מסיסותו במים טובה מאוד (35.9 גרם ל-100 סמ"ק מים בטמפרטורה של 25 מעלות צלסיוס). למלח היה ערך רב לאורך כל ההיסטוריה. שקי מלח ניתנו בעת הקדומה לחיילי רומא כמשכורת ומכאן נגזרה המילה "משכורת" (salary) במספר שפות אירופיות. למלח הבישול שימושים רבים: לתיבול המזון והן בתהליכי ההכנה והשימור שלו. לשימור בשר לאורך זמן, לכבישת ירקות ופירות, לחביצת גבינות ולהוצאת הדם מהבשר (גם מטעמי כשרות למניעת קפיאת מים על כבישים ועוד. את מלח הבישול בארץ מפיקים מהים (הים התיכון, ים המלח וים סוף) אך אפשר להפיקו גם ממכרות מלח.

**מלח אשלג**

שמו המדעי של מלח האשלג הוא אשלגן כלורי. הוא מוצק גבישי. מסיסותו במים טובה מאוד (34.7 גרם ל-100 סמ"ק מים בטמפרטורה של 25 מעלות צלסיוס). השימוש העיקרי באשלג הוא כחומר דשן לצמחים. באמצעותו קולטים הצמחים את האשלגן הנחוץ לקיומם ולהתפתחותם. בנוסף משמש האשלג כחומר גלם בתעשיות דוגמת תעשיית התרופות, עיבוד המזון, הזכוכית, הסבון, הדפוס ועוד. האשלג משמש הן לדישון ישיר והן כבסיס ליצירת דשנים מורכבים יותר על בסיס זרחן. את מלח האשלג מפיקים בארץ מים המלח אך אפשר להפיקו גם ממכרות.

**פוספטים**

זרחן מופיע בסלע פוספט הן בשברי המאובנים והן ביתר חלקי הסלע בצורת מינרל פלואור-אפטיט שנוסחתו 6(Ca10F2)PO4. מינרל זה מעורב בסלע עם מינרלים אחרים, בעיקר עם גיר (CaCO3) ועם מינרלים הנמצאים בחרסית, המהווים את המינרלים הנמצאים בטפל שבסלע הפוספט. לעִתים קרובות מכיל סלע פוספט גם שרידים של חומר אורגני. הפוספט באזורנו נוצר לפני כ-80 מיליון שנה בים קדום שכיסה את האזור ונקרא "ים התטיס". בים זה ניכר שהייתה פעילות ביולוגית עשירה, החל מחיידקים ואצות וכלה בדגים, כרישים וזוחלים ימיים שונים. אלו הכילו זרחן בגופם, ובמותם תרמו ליצירת סלע פוספט. מרבצי סלע פוספט בישראל הם שלוחה של רצועת פוספט גדולה המשתרעת מצפון אפריקה (מרוקו, טוניס) עד המזרח התיכון (מצרים, ירדן וסוריה). בסקרים גֵיאולוגיים אותרו עתודות פוספט מסוגים שונים במקומות רבים בנגב, ביניהם: אורון, נחל צין ומישור רותם שבהם פועלים כיום מפעלים לכריית הפוספט ולהעשרתו.

אפטיט הוא מינרל המכיל זרחן ומכאן חשיבותו. זרחן הוא היסוד השנים עשר בשכיחותו מבין היסודות על פני כדור הארץ וסימונו בטבלה המחזורית – ) Pבאנגלית – Phosphorus). זרחן עם חנקן ואשלגן, נמנים על היסודות החיוניים לצמחים (NPK)ומכאן חשיבותם בתעשיית הדשנים. זרחן משתתף גם בתהליכים אחרים בבעלי חיים: הוא מרכיב בחומר התורשתי DNA, בתרכובות המכילות זרחן ומשתתפות בחילוף חומרים, במולקולה עתירת האנרגיה ביצורים חיים – ATP, במבנה העצמות ועוד. לפיכך, נוסף על חשיבותו כמרכיב בדשנים, הוא חיוני גם כמרכיב מזון לבעלי החיים ולאדם. תרכובות שונות של זרחן משמשות גם בתעשיית הדטרגנטים, כחומרים מעכבי בערה, ייצור זכוכית וחרסינה, כמרכיב בלוחות צילום, כמרכיב בחומרי סיכה, בחומרים פלסטיים, בצבעי דפוס, במוצרים רפואיים ועוד.

**הפקת מלחים**

**הפקת מלח מתמיסה**

מלחים כדוגמת מלח הבישול ואשלג מפיקים בארץ מתמיסות מלחים (אשלג מים המלח ומלח בישול מהים התיכון, מים המלח ומים סוף).

מי ים הם תמיסה המכילה מלחים. את תכונות המסיסות של מלחים במים בוחנים על-ידי מדידת כמות המלח (ביחידות של מסה) שניתן להמיס בכמות נתונה של מים (ביחידות נפח) עד לקבלת תמיסה רוויה – תמיסה שבה לא ניתן להמיס יותר מאותו המלח. עודפי המלח שיוספו לתמיסה לאחר השגת רוויה לא יתמוסס והם יוותרו כגבישים מוצקים. מסיסות של מוצקים רבים משתנה עם הטמפרטורה. מרבית המוצקים מסיסותם גבוהה יותר במים חמים, כלומר ניתן להמיס כמות רבה יותר של המוצק בנפח נתון של מים עד לקבלת תמיסה רוויה. הטבלה הבאה מציגה מסיסות של מלחים אחדים (גרם מלח ב-100 סמ"ק של מים קרים).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **שם** | **נוסחה כימית** | **גרם מלח ב-100 סמ"ק של 25 מעלות צלסיוס** |
| מלח בישול | NaC1 | 35.9 |
| גיר | CaCO 3 | 0.00153 |
| גבס | CaSO4•2H2O | 0.241 |
| אשלג | KC1 | 34.7 |
| נחושת גופרתית | CuSO4 | 31.6 |
| קרלניט | KCl•MgCl2•6H20 | 64.5 |

בהתאם לנתונים שבטבלה ניתן לראות שלקרנליט, למלח הבישול ולמלח האשלג יש מסיסות טובה מאוד במים ולכן הם מכונים "קלי תמס" בעוד שלגיר וגבס יש מסיסות גרועה במים ולכן הם מכונים "קשי תמס".

הפרדת המלחים מהתמיסה מבוססת על העיקרון הבא: כאשר מנדפים מתמיסה רוויה ולו גם כמות קטנה של מים, נותר עודף של מלח מעבר לנקודת הרוויה וזה מתגבש ושוקע. היות שלמלחים שונים מסיסות שונה והיות שכמותם הכוללת של המלחים השונים במי ים שונה, לא מגיעים כל המלחים לנקודת רוויה באותה העת. בדרך כלל מי הים אינם רוויים במלחים המומסים בהם, אך עם התנדפות המים בבריכות אידוי (או בתהליכים טבעיים) עשויה תמיסת מי הים להגיע לנקודת הרוויה, אם כי לא בעת ובעונה אחת לגבי כל המלחים. המלחים הפחות מסיסים מגיעים ראשונים לנקודת הרוויה וגבישיהם מתחילים לשקוע מן התמיסה. עם התנדפות מי התמיסה מתחילים המלחים לשקוע מן התמיסה בהתאם למסיסותם ולכמותם בתמיסה. הראשון ששוקע בבריכות האידוי של ים המלח הוא מלח הבישול (NaC1). בשלב השני שוקע הקרנליט אשר מכיל שני מלחים גם יחד - אשלג כלוריד המגנזיום המתגבש עם מים ונוסחתו KCl•MgCl2•6H20.

את האשלג מפרידים מן הקרנליט בתהליך מורכב, ואת השארית, תמיסת כלוריד המגנזיום, מזרימים למפעל פריקלאס הנמצא במישור רותם. שם מייצרים ממנה, בין השאר, תחמוצת מגנזיום. גם לאחר שסולקו מן התמיסה הכלורידים של האשלגן ושל המגנזיום, נותרים בתמיסה מלחים אחדים. החשובים שבהם הם מלחי ברום שונים שמפיקים מהם ברום. הברום משמש חומר גלם להפקת תרכובות עבור התעשייה: לחומרים מעכבי בעירה, לחומרים לחיטוי מים, לחומרי הדברה, לייצור תרופות, לתעשיית הצילום ועוד.

**השפעה על הסביבה:** בריכות האידוי של ים המלח ממוקמות כיום באגן המיובש של ים המלח. אגן זה התייבש בעיקר בגלל הקטנת זרימת מי נהר הירדן עקב שימוש מוגבר במים אלה לצריכה שוטפת ולהשקיה במדינות הנמצאות באגן הניקוז של ים המלח (ישראל וירדן). ירידת המפלס גרמה לייבוש האגן הדרומי של הים וגורמת לתופעות כמו נסיגת חופים, בולענים ופגיעה בתשתיות ובסביבה. את המים להפקת המלחים שואבים מהים באגן הצפוני. שאיבת המים ואיוד המים בבריכות תורמים היום תרומה משמעותית לירידת מפלס הים.

**הפקת פוספטים בתהליכי כרייה**

פוספט נכרה במכרות פתוחים באמצעות כלים מכניים ועובר תהליכי עיבוד והשבחה הכוללים גריסה וניקוי מחומרי הטפל, שטיפה, טחינה ומיון לפי גודל החלקיקים. מתקבלת עפרת פוספט מועשרת שגודל גרגריה מתאים להמשך העיבוד ולתהליכי הייצור במפעלים. בארצנו כורים פוספט בנגב: בחתרורים, בצין, באורון ובמישור רותם. במתקנים שבמישור רותם מבוצעים תהליכי ההמשך לייצור חומצה זרחתית באיכות המתאימה לשימושים חקלאיים. מיוצרת שם גם חומצה זרחתית באיכות גבוהה יותר לדשנים ולשימושים אחרים.

**השפעה על הסביבה**:מכרות ומפעלים תעשייתיים בקנה מידה גדול כחברת *רותם אמפרט נגב בע"מ*, הם מקור תעסוקה חשוב ותוצרתם מספקת מזון למיליונים ברחבי העולם. עם זאת, לתהליכי ההפקה והעיבוד מתלווים תוצרים בלתי רצויים המשנים את הטופוגרפיה, מזהמים את האוויר בגזים רעילים, צוברים פסולת ושפכים תעשייתיים - כולם פוגעים באיכות הסביבה. לכן נעשים מאמצים מיוחדים לצמצם את הזיהום, לטפל בפסולת ובשפכים טיפול מתאים ובמקביל לשקם את הנוף. אם בעבר נהגו להזיז את הררי עפר ממקום למקום ביעילות ובזול, הרי שהיום המטרה היא שיקום פני השטח. מתכננים מראש היכן יונח כל העפר. העיקרון המנחה הוא לשקם את השטח ולהחזיר אותו לקדמותו. תהליך השיקום מבוסס על הפעולות הבאות: הגבלת גובה ערמות הטפל לגובה הטופוגרפי של האזור, מיתון מדרונות באמצעות החלקה או מדרגות, שימוש בחומר רך "טבעי יותר" על פני השטח, החזרת שכבת קרקע לפני השטח בסוף עבודת הכרייה במטרה להאיץ את השיקום הביולוגי של פני השטח, הימנעות מפגיעה באפיקי הנחלים ובסביבתם הקרובה כדי שישמשו גשר אקולוגי (לבעלי חיים) בין השטחים הטבעיים הסמוכים לאתרי הכרייה, שימור קירות טבעיים בסמוך לנתיבי תנועה של מטיילים, שמירה על עצים ועוד.