

הסחרת החלל החיצון

מפלא מדעי לכלי בידי תאגידיים וממשלות

איתמר וקס וברוש טובול
אפריל 2023



החלל החיצון

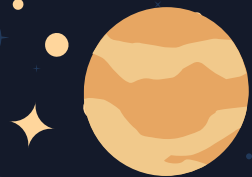


החלל החיצון הוא היקום הפיזי שמעבר לאטמוספירת כדור הארץ. זהו אותו מרחב עצום של היקום, בו נמצאים הגופים השמימיים השונים: מכוכבי לכת, דרך הכוכבים, הגלקסיות, האסטרואידים ועוד.

באופן מסורתי, חקר החלל החיצון ושימוש במשאבים שבו היו נחלתן של ממשלות ספורות, זאת עקב העלויות העצומות שפרויקטים מעין אלו דרשו. אולם בשנים האחרונות, הולכות ונכנסות לתחום החלל יותר ויותר חברות פרטיות ובהן SpaceX, ו-Blue Origin. חברות אלו השכילו לפתח טכנולוגיות חדשות – כמו רקטות שיגור רב-פעמיות (משמאל) – וכיום עובדות במרץ על פיתוח תיירות חלל ואף הקמת בסיסים על הירח ומאדים.

עובדת כניסתן של החברות הפרטיות ובמיוחד השאיפות הגדולות שלהן לכיבוש החלל, מעלה מחדש וביתר שאת את דילמת הסחרת החלל (קומודיפיקציה) והגבולות שיש להציב לה.

מהי הסחרה של החלל החיצון?



● במשך זמן רב האנושות התייחסה לחלל כאל מושא פליאה וחקר. אולם תחת הסחרת החלל, החברה האנושית החלה יותר ויותר להתייחס אליו כמשאב שניתן לסחור בו בשוק. כלומר, המיקוד בחלל החיצון השתנה: **ממצב בו השימוש בחלל היה לצורכי מחקרים מדעיים והנאה מצפייה בו, העולם עבר להשתמש בחלל גם לצורך השאת תועלת כלכלית.**

● הסחרת החלל עלתה לשיח בשנים האחרונות, עקב התפתחויות טכנולוגיות ורגולטוריות אשר הפכו את הגישה לחלל לקלה יותר. מדינות ותאגידיים זיהו את הפוטנציאל והחלו לנצל את משאבי החלל כדי להשיג רווח כלכלי.

● הסחרת החלל כוללת תיירות חלל, פריסת לוויינים, הקמת בסיסים, כריית מחצבים ומתכות נדירות, הפקת אנרגיה, ואף הארצה (Terraforming) של כוכבים כלומר, שינוי האקלים שלהם כך שיתאים למחייה של בני אדם.

האם ההסחרה ראויה?

נציג מספר גישות ותיאוריות אשר יצדיקו או ישללו את הסחרת החלל החיצון, ובשקופיות הבאות נציג את היישום שלהן על הנושא:

תורת התועלתנות המיוחסת לג'רמי בנת'ם, לפיה יש לבכר את הפעולה המביאה לתועלת הרבה ביותר, למספר בני האדם הרב ביותר. האם הסחרת החלל תורמת לרווחה המצרפית של החברה האנושית כולה או שיש בה כדי לפגוע ברווחה המצרפית?

גישת הליברטריאניזם, לפיה יש לאפשר לאדם כמה שיותר חופש לעשות כרצונו, כל עוד הוא לא פוגע בזכותם של אחרים לנהוג כך. האם ההסחרה היא רק ביטוי לזכות לחירות או שהיא גורמת לפגיעה בחירותם של בני אדם אחרים?

תורת האישיות (personhood) שפותחה ע"י מרגרט רדין (Radin), לפיה נכסים ומשאבים מסוימים כרוכים בכינון אישיותו של האדם, ועל-כן יש לשמור על זכותו להגנה קניינית נרחבת. האם יש בחלל או בגרמי השמיים מימד מסוים הכרוך באישותם של בני האדם?

טענת הכפייה שהוסברה ע"י מייקל סנדל (Sandel), לפיה השוק אינו שוויוני ועל-כן הסחרה של משאבים עלולה להוביל לכפיית נורמות השוק על צדדים חלשים ולפגיעה באוטונומיה שלהם.

טענת ההשחתה, שהוזכרה ע"י רדין, לפיה טיב המשאב ותפיסת הערך שלו עלולים להישחת אם יעבור לנורמות השוק, ועלול להיווצר **אפקט דומינו** אשר ישחית גם גרסאות לא-ממוסחרות של אותו משאב. האם חששות אלו רלוונטים כשמדברים על הסחרת החלל?

כללי קניין, אחריות ואי-עבירות על פי התאוריה של קלברזי ומלמד, לפיה ניתן לחלק זכויות במשאבים שונים במספר דרכים. נבחן מהו הכלל המשפטי הראוי לדעתנו במשאבי החלל.



האם ההסחרה ראויה? הצדקות להסחרה

לפי גישת התועלתנות, ההסחרה תביא לצמיחה כלכלית, הפקת תועלת רבה לאדם ותגדיל את הרווחה המצרפית. לפיכך ישנה תרומה כבירה לאנושות:

❖ **התפתחות טכנולוגית:** הפרויקטים בחלל מצריכים פיתוח טכנולוגיות חדשות. ההזדמנויות הללו יוצרות **תעשיות חדשות, מקומות עבודה וצמיחה כלכלית שמועילה לנו כחברה**. רבים מהפיתוחים והמוצרים שאנו משתמשים בהם כיום פותחו תחילה לצרכי תעשיית החלל, ביניהם המצלמה הדיגיטלית, מדחום התינוקות ואבקת המרק.

❖ **כריית משאבים חיוניים:** מינרלים ומתכות נדירות הם משאבים חשובים הנמצאים בכמויות עתק בגרמי שמיים, למשל בירח ובאסטרואידים. כריית המתכות הללו מהחלל תאפשר הוזלה משמעותית של מוצרי אלקטרוניקה רבים המיוצרים ממתכות, מה שיאפשר לאוכלוסיות עניות לרכוש אותם ולשדרג את רמת חייהם.

❖ חקר החלל מביא ל**התפתחות מדעית** בתחומי הרפואה, מדעי הסביבה והחקלאות. התפתחות זו **מסייעת למציאת תרופות חדשות למחלות, לשמירה על הסביבה ולמציאת שיטות חקלאות אקולוגיות יותר** (למשל טכנולוגיות טיהור מים).

האם ההסחרה ראויה? הצדקות להסחרה

המשך תועלתנות:

❖ **מסחור החלל מאפשר תשתיות תקשורת טובות יותר:** חברות פרטיות מציבות לווייני תקשורת בחלל, אשר יוצרים תשתיות תקשורת גם באזורים מבודדים בהם בדרך כלל אין אינטרנט. כך, השימוש בחלל עוזר לצמצם פערים דיגיטליים בין מקומות שונים בעולם.

מקרה בוחר שמדגים את השיפור בתשתיות התקשורת הוא המלחמה בין רוסיה לאוקראינה: חברת Starlink שבבעלות המיליארדר אילון מאסק, מסייעת לכוחות האוקראינים להשיג חיבור אינטרנט מהיר למרות שרוסיה הרסה את רשתות התקשורת שבאוקראינה. מערך של אלפי ננו-לוויינים שנמצאים בחלל, מאפשר לאוקראינה גישה לאינטרנט שחיונית בזמן המלחמה: האינטרנט מאפשר תקשורת בצבא, מאפשר לתושבים להעביר תיעודים ממעשי הזוועה של פוטין, וכן מאפשר לזלנסקי להעברת מסרים מעוררי תקווה לעם. נראה כי אף ניתן לזקוף לזכותם את הניצחונות שאוקראינה זכתה להם בחודשים האחרונים.



האם ההסחרה ראויה? הצדקות להסחרה

❖ המשך תועלתנות:

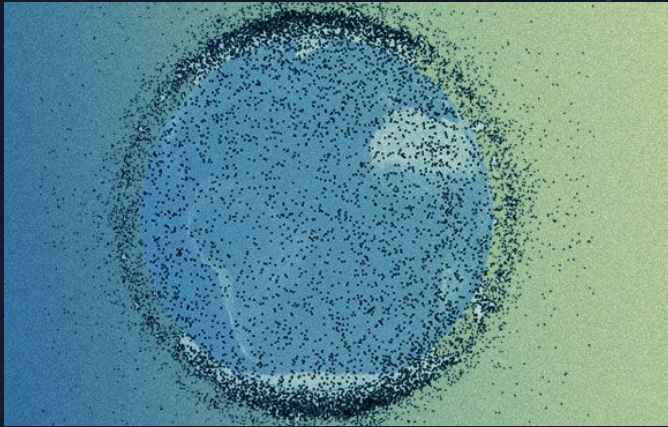
פלאנ (ט) B: כדור הארץ הוא הכוכב היחיד המסוגל להעניק תנאי חיים מדויקים עבור האדם. אולם הוא הולך ונהרס בעקבות משבר האקלים. בזכות מסחור החלל, טכנולוגיות חדשניות יאפשרו לאנושות לשרוד על כוכב אחר במקרה של אפוקליפסה.

❖ הצדקת הליברטריאניות (הצדקה דיאנטולוגית): איסור בחקיקה לסחור במשאבי החלל יפגע בשוק החופשי ועל-כן יפגע גם בחירות הפרט. האפשרות של בני האדם לקיים מסחר אחד עם השני שומרת על החופש שלהם ולכן יש לאפשר זאת.



האם ההסחרה ראויה?

טענות נגד ההסחרה



מאיך ישנם חששות ואתגרים רבי-משקל:

★ מתוך הגישה התועלתנית יש גם טענות נגד מסחור החלל. אין זה ודאי שהסחרת החלל תביא להגדלת הרווחה המצרפית, וישנן ראיות להחצנות שליליות כבר כיום, למשל:

○ **פסולת חלל:** כבר כיום, מיליוני פיסות של שאריות טילים ולוויניים מרחפות סביב כדור הארץ ומסכנות לווניים וחלליות (הדמייה בתמונה). הסחרת החלל תוביל להצפתו עד כדי כך שלא יתאפשר עוד לשגר עצמים אל מחוץ לכדור הארץ, מחשש לפגיעה של פסולת החלל בהם והשמדתם.

○ **פגיעה אקלימית וסביבתית:** מחקרים מצאו שבעשר שנים של תיירות חלל ישנו פוטנציאל שלילי למחיקת 30 שנים של התקדמות בשיקום שכבת האוזון, עקב שחרור חומרים מזהמים לסטטוספירה. בשילוב הידוע לנו על הפסיכולוגיה האנושית, אנו יודעים שהפיתוי הכלכלי עלול לדחוף חברות להשאת רווחיהן על-אף החצנות שליליות, כפי שענקית הנפט אקסון מוביל ידעה עוד בשנות ה-70 על נזקי הדלקים הפוסיליים לסביבה, אך הסתירה זאת מהציבור.

○ **הסתרת פני הרקיע והפצת אור:** הסחרת החלל תתמרץ שיגור של מאות אלפי לווניים, ואלו עלולים להסתיר את הכוכבים הנראים בריליה וגם להפיץ אור. בני אדם מפיקים הנאה מצפייה בכוכבים והשעון הביולוגי של בעלי חיים רבים תלוי במחזוריות סדירה של אור וחושך, ועל-כן ההסחרה עלולה לפגוע ברווחה המצרפית. פגיעה בבע"ח תפגע במגוון הביולוגי שחשוב לבסיס שרשרת המזון ולרווחתו של האדם (למשל, החזקת כלבים וחתולים).

האם ההסחרה ראויה?

טענות נגד ההסחרה

★ **פגיעה בערך של האישיות:** על-בסיס תורת האישיות, ניתן לומר שהחלל החיצון כרוך בכינון אישיותם של בני האדם, שכן הוא מעניק להם תחושה שהם חלק ממשהו גדול יותר, ולכן הם בוחנים אותו בפליאה וסקרנות. האם בעתיד ילדים לא יסתכלו על הכוכבים כפלא רחוק ומסקרן אלא כמשאב שניתן לנצל? בנוסף, דתות ותרבויות רבות מעניקות ערך רב ואף קדושה לגרמי השמיים, וגם תורת האסטרוולוגיה מתבססת עליהם. הפיכתם למשאב סחיר עלולה לעקור את הערך הדתי והתרבותי הרב המיוחס להם.

★ **טענת הכפייה - כפייה והשלכות חלוקתיות:** עומדת מול ההצדקה הליברטריאנית. הליברטריאניזם דוגל בחירות כמעט מוחלטת, אך מתעלם מכשלי שוק והשלכות חלוקתיות. מאחר וההון הדרוש לשם פיתוח תעשיית חלל הוא גדול, רק העשירים יזכו ליתרון יחסי בשוק ולרווחים ממנו. מצב זה **יעמיק את הפערים הכלכליים** עוד יותר ועלול ליצור מונופולים שלא בהכרח ידאגו לטובת הכלל (למשל, האסטרופיזיקאי ניל דה-גראס טוען שהטריליונר הראשון יהיה מי שיצליח לנצל את משאבי האסטרואידיים). כוח גדול שכזה עלול להוביל ללחצים חברתיים וכלכליים אשר ידחקו בני אדם רבים להשתתף בתעשייה הזו מתוך נאשות. למשל, **סביר להניח שאלו שישלחו למשימות החלל המסוכנות ביותר יהיו העניים**, אשר יתפתו אל מול התגמול הכספי שבצידן. עוד דרך בה העניים כעלולים להיפגע היא **שקהילות עניות יעקרו מאדמותיהם** בשל מיקום הקרקע האופטימלי עבור שיגורי חלל.

האם ההסחרה ראויה?

טענות נגד ההסחרה

★ **טענת ההשחתה** - **השחתת ערך החלל**. עומדת מול ההצדקה התועלתנית. גם אם היינו פותרים את הבעיות החלוקתיות ויוצרים מצב בו עניים לא ייפגעו יותר מעשירים ממסחור של החלל, עדיין אם נסחור במשאבי החלל החיצון, ערכו ומשמעותו בעיני החברה ייפגעו. הסחרה של החלל וראייתו כאמצעי להשגת מתכות, לייצור אנרגיה או למיקום לוויינים, עלולה לפגוע במשמעות שלו. **החברה תתפוס את החלל כסתם אמצעי שנועד לספק את הצרכים האנושיים, במקום המצב כיום בו החלל יוצר אצל בני האדם צניעות והבנה שיש עוד הרבה מרחבים עצומים בעולם.**

בנוסף, הערך החברתי של החלל הוא בכך שהוא נתפס כאובייקט ששייך לכולם, לא משנה לאיזו שכבת אוכלוסייה הם משתייכים. מסחור של החלל יפגע במשמעות הזו, שכן החלל יהפוך לשטח בבעלות בעיקר של חברות פרטיות ותאגידים גדולים.



האם ההסחרה ראויה?

טענות נגד ההסחרה

❖ **אפקט הדומינו:** הצלחתם של תאגידים בהפקת רווח ממשאבי חלל מסוימים עשויה ליצור תקדים וליצור אפקט דומינו המתמרץ חברות נוספות להכנס לשוק החדש. הצלחה שלהן תוביל גם היא לכניסה לשוק של חברות נוספות וכן הלאה. ככלל, תחרות משוכללת מעין זו הינה דבר חיובי, אולם היא גם עלולה להוביל להסחרה הולכת וגוברת של משאבי חלל, עד כדי פגיעה הולכת וגוברת של תפיסת המשמעות של משאביו. למשל, הצלחה כלכלית בהקמת בסיס על הירח עשויה לתמרץ את כיבושו, עד כדי הפיכתו למכרה אדיר מדדים ותו לא.

❖ **טענת האקסוגניות (Exogenous):** יש נטייה לחשוב שהשוק ניטרלי והרצונות של אנשים לסחור קיימים כבר קודם, אך לפי הכלכלן ההתנהגותי דן אריאלי, השוק גם משנה את ההעדפות של אנשים. ניתן לומר שהסחרת החלל והאופציות שהשוק החדש יאפשר, יכולים להוביל לכך **שגם אנשים שחושבים כיום שתיירות חלל היא מסוכנת ולא רצויה, בעתיד כן ירצו להינות מתיירות חלל כי יראו את חבריהם נהנים מטיוול בחללית בין כוכבים.** בנוסף, כיום ההעדפה של בעלי חברות היא לייצר מוצרים רבים מפלסטיק/ חומר אחר כי הם זולים. יכול להיות שכיום בעלי החברות בכלל לא בעד לכרות מתכות מהחלל, אך **אם יחלו לכרות כמויות עצומות של מתכות מהחלל ייתכן שההעדפה שלהם תשתנה כי יהיה להם יותר זול לייצר מוצרים דווקא ממתכת.**





סיכום

בין אם נקבע שהסחרת החלל מועילה או מזיקה, העובדה היא שכיום היא מתרחשת וצפויה לגדול עוד הרבה יותר. לדעתנו, לא ניתן למנוע כליל את הסחרת החלל ואף אין זה מצב רצוי, עקב פוטנציאל התועלת הכלכלית האדירה לאנושות כולה.

מהו המודל הרצוי? אנו סוברים שאין לאסור לחלוטין מסחר של החלל, שכן יש לו תועלות רבות וחירות לאדם לסחר בשוק החופשי. אך יחד עם זאת, בעקבות החששות והאתגרים שהועלו, לדעתנו יש צורך בשיתוף פעולה בינלאומי שבו יפעלו למען קביעת קווים מנחים והטלת רגולציה כדי לטייב את השימוש במשאבי החלל.

לפי התיאוריה של **קלברזי ומלמד**, ניתן יהיה לקבוע שמשאבי החלל אינם עבירים כלל (Inalienability), אולם לדעתנו זהו כלל קנייני מרחיב מדי, אשר עלול לדכא פעילות כלכלית רצויה. אפשרות טובה יותר – המאזנת בין השיקולים שהצגנו – היא קביעתם של כללי אחריות (Liability rules), לפיהם תאגידים יורשו לפעול במרחב החלל אולם יצרכו לעמוד תחת רגולציה ולפצות על החצנות שליליות ככל ויגרמו.

מקורות

- דן אריאלי, "לא רציונלי ולא במקרה", הוצאת מטר, פרק 4 (2008).
- מייקל סנדל, "צדק - מהו המעשה הנכון שעלינו לעשות?", הוצאת דביר, 105-117 (2012).
- צילי דגן וטליה פישר, שווים ושווים יותר – הרגולציה של האימוץ, מסדירים רגולציה (בלנק, לוי-פאור וקרייטנר עורכים, 2016).
- "מהו החלל החיצון ואיפה הוא מתחיל?", [אניצקלופדיית אאוריקה](#).
- "אנחנו הולכים כסהרוריים למצב שבו לאדם יחיד יהיה כוח עצום", [הארץ](#), 19.4.22.
- "החללית שנאס"א שיגרה לירח במשימת ארטמיס נחתה על כדור הארץ", [הארץ](#), 11.12.22.
- "מרוץ החימוש בחלל ממריא – ומציב אתגרים מורכבים למשפט הבינ"ל" [אוניברסיטת רייכמן](#), 27.1.22.
- "פח הזבל הגדול שבשמיים", [מכון דוידסון](#), 2.2.17.
- Margaret Jane Radin, Market Inalienability 100 HARV. L. REV. 1849, 57-74 (1987).
- Calabresi, G., & Melamed, A. D. "Property rules, liability rules, and inalienability: One view of the cathedral", Harvard Law Review, 85(6), 1089-1128 (1972).
- Neela Banerjee, "Exxon: The Road Not Taken", [InsideClimate News](#) (2015).
- "As private satellites increase in number, what are the risks of the commercialization of space?", [World Economic Forum](#), 12.1.22.
- "How Elon Musk's satellites have saved Ukraine and changed warfare", [The Economist](#), 5.1.23.
- "Satellites and space junk may make dark night skies brighter, hindering astronomy and hiding stars from our view", [The Conversation](#), 20.3.23.
- "Neil deGrasse Tyson Says Space Ventures Will Spawn First Trillionaire", [NBC News](#), 3.5.15.