

המחקר האיראני דוהר קדימה



סטודנטיות באוניברסיטה בטהרן. "האקדמאים הטובים ביותר הם אנשי אמונה"

פצצת זמן חכמה

גידול במספר הסטודנטים, בכמות המחקרים ובאיכותם, שיבוט חיות ופיתוחים של רובוטים, מכוניות, לוויינים ותרופות - איראן בדרך להיות מעצמה מדעית-טכנולוגית • בעוד האקדמיה הישראלית מדשדשת, העולם המוסלמי חווה בשנים האחרונות רנסנס מדעי שעשוי לאיים בעתיד על ישראל

ממשלתיים הביאו להקטנת מספר חברי הסגל האקדמי, לעלייה בגיל הממוצע שלהם ולהגירה לחו"ל של מועדנים צעירים ומדענים בעלי שם. "בעשר השנים האחרונות, לא רק שלא השקיעו במדע בישראל, אלא קיצצו, וזה בא לידי ביטוי בתוצאות", טוען פרופ' קירש. "המסקנות שאנחנו רואים כיום הן תוצר של ההשקעות שביצענו לפני 15-20 שנה. התהליכים של השנים האחרונות יורגשו במלוא חריפותם רק בעוד כמה שנים, וכך גם תוצאות המאמצים של האידיאנים".

כך למשל, באחרונה חנכה ערב הסעודית אוניברסיטה למדע וטכנולוגיה בהשקעה של 20 מיליארד דולר, ובקטאר הוקמה עיר חינוך על פני שטח של 14 קמ"ר - ברומה לשטחה של כפר סבא - ובה שש שלוחות של אוניברסיטאות מובילות בעולם, סמוך לפארק מדע וטכנולוגיה. בקרבת מקום ייחנך בשנה הבאה מדכו מחקר בהשקעה של 8 מיליארד דולר. באבו דאבי, בירת איחוד האמירויות הערביות, החליטו להתרכז בחקר אנרגיות מתחדשות בשיתוף פעולה עם אוניברסיטאות אמריקאיות מובילות.

הוא אנשיה", נכתב באתר האינטרנט של קדן קטאר, המשקיעה בחינוך ובהשכלה גבוהה במדינה. אם המשפט הזה נשמע מוכר, זה בזכות עשרות מנהיגים, אנשי אקדמיה ורוח ישראלים שחזרו עליו שוב ושוב ושוב מאז הקמת המדינה, אך עד לאחרונה אף אחד לא הקשיב להם: לפי נתוני חברת תומסון רויטרס, האחראית על מאגר המידע המדעי הגדול מסוגו (ISI), בזמן שחלף מאז שנות ה-80, ישראל ירדה ברמת המחקר בכלכלה מהמקום השני בעולם למקום הרביעי, ובמדעי המחשב מהמקום השלישי לרביעי, וכך גם בכימיה; בפסיקה ירדה ישראל מהמקום הרביעי לשביעי, ובמדעי החברה ירדה מהמקום השישי ל-14. השפעת המחקר הישראלי ירדה מהמקום העשירי בעולם למקום ה-13 כיום.

"איראן וטורקיה צימצמו את הפער"

מבחינת היקף הפרסומים המדעיים בישראל, שלפני שני עשורים הובילה בתחום זה במרחב התיכון, עם אלפי מאמרים אקדמיים מדי שנה, איבדה את מקומה לטובת איראן בחלק משמעותי מהתחומים, וביתר הנושאים הצטמצם הפער באופן משמעותי, בעיקר בתחומי המדע והטכנולוגיה. על פי דו"ח של סיינס מטריקס, חברת מחקר קנרית,

אך המדינה הבולטת ביותר כיום בעולם המוסלמי בתחום החינוך היא איראן - שבניגוד לשכנותיה תמיד ייחסה חשיבות להשכלה, אבל בשנים האחרונות, בצל הסנקציות מהמערב, צמח בה עולם מדעי מתקדם שמתרכז במדע וטכנולוגיה. "בישראל אירעו בעשור האחרון כמה התפתחויות מדאייגות, המסכנות את הוסנה האקדמי-מדעי-טכנולוגי" - כך לפי דו"ח שכתבו פדוף' אודי קירש, ד"ר דפנה גץ ויאיר אבן-זוהר ממוסד נאמן בטכניון. "קיצוצים מתמשכים בתקציבים

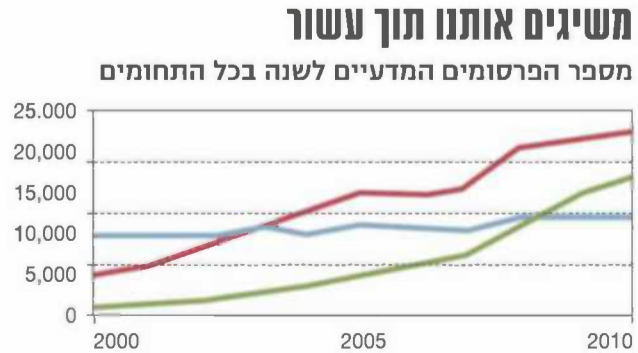
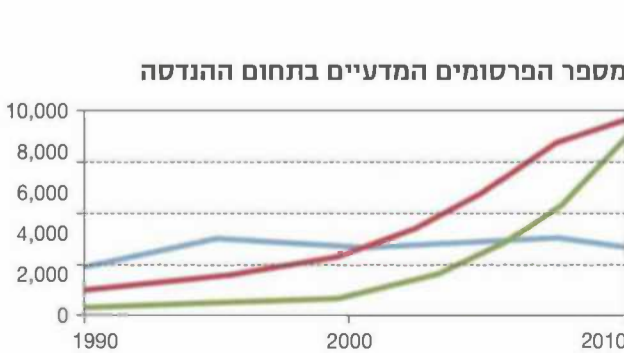
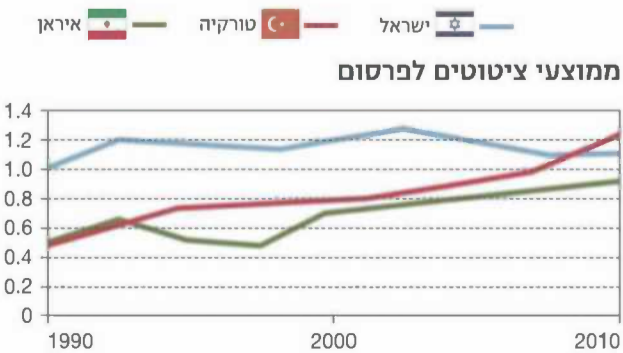
את מה שלא הפנימו בישראל, אימצו בחום במדינות המפרץ, שהתרכזו בשנים האחרונות בהקמת מוסדות מחקר בהשקעה של עשרות מיליארדי דולרים. על פי מחקר חדש של מוסד נאמן בטכניון, המחקר במדינות המפרץ התקדם באופן משמעותי ומהיר ברוב התחומים.

מאת ליאור דטל

« זה היה רגע מרגש. אי שם בסוף שנות ה-60 - שנים שבהן היתה ישראל ממילא מלאת גאווה - הוקמה על חולות המדבר בפאתי באר שבע אוניברסיטה חדשה. "התקדמות הפיתוח האקדמי בנגב מוקיעה מעל כל ההערכות. פיתוח התעשייה והחינוך הגבוה כאן עשויים להיות מסימני הדרך העיקריים בפיתוח החבל הדרומי שלנו בעשור הבא", נכתב בעיתון "דבר" ב-1969, חודשיים לפני הנחת אבן הפינה למבנה האוניברסיטה.

למעשה, זאת היתה אבן הפינה האחרונה שהונחה בישראל לאוניברסיטה מחקרית. מאז חלפו 42 שנים. המחקר והמדע בישראל אמנם נהפכו מובילים בעולם ומשמשים עד

באיראן פועלות 20 אוניברסיטאות, בהן אוניברסיטת טהרן, שמציעה יותר מ-111 תארים ראשוניים ו-156 תוכניות דוקטורט. המוטו שלה: "לא להפסיק ללמוד לרגע"



תצלומים: איארי פי ואיי פי



מחמוד אחמדינג'אד, נשיא איראן. בעצמו ד"ר להנדסה

פרופ' מאיר ליטבק: "באיראן יש שלטון דתי, אבל בניגוד אלינו הם מבינים שחברה שבה כולם ילמדו בישיבה זה לא הפתרון. בהמון נושאים הם סירסו את האיסלאם לצורכי המדינה"

גבוהה, אבל הן בררן. יש להן את הנחישות לעשות זאת". בישראל אמנם יש תזווה חיובית, אומר תדמור, אך המאמץ רחוק מלהיות מספק כדי שנוכל להתחרות במדע מול יתר המדינות. לשם השוואה, במרכזי המצוינות שיוקמו בישראל משקיעים כ-500 מיליון שקל לחמש שנים. היקף המחקר של המכון הטכנולוגי מסצ'וסטס (MIT) בלבד הוא 900 מיליון דולר בשנה.

"הקטנת הפער בין ישראל לבין חלק ממדינות המזרח התיכון בתחומים המדעיים מעוררת דאגה. תמיד סמכנו על הפער המדעי והטכנולוגי בינינו ובינם, מבחינה ביטחונית, טכנולוגיה וכלכלית - אז יש פה בעיה", אומר תדמור. אבל אולי לא הכל רע: המחקר המדעי המתפתח במדינות ערב - משמעו אמנם איום טכנולוגי גדול יותר על ישראל ברמה הביטחונית, אבל אסור לשכוח שלמחקר המדעי נלווים בהכרח פתיחות, רציונליות, רחיקות דוגמות וקיצוניות דתית", אומר פרופ' משה משה, מנכ"ל מוסד

התקבלו אצלנו בהפתעה מוחלטת. בעבודה שביצענו לפני יותר מ-20 שנה בנושא היה ברור מהתוצאות שהיקף הפרסומים בישראל עולה על כל מדינות מזרח התיכון יחד. בינתיים, בגלל השקעות רבות ושינוי מגמה במדינות אלה, אנחנו רואים לפתע רנסנס של המדע המוסלמי, שבולט בעיקר באיראן ובטורקיה. לא מדובר רק בהיקף הפרסומים שנמדד לפי מספר המאמרים. גם האיכות הולכת וגדלה.

"היקף ההשקעות של מדינות המפרץ במדע הוא אדיר", אומר תדמור. "זו מגמה שמתרחשת לנגד עינינו. המשמעות היא שבעוד 20 שנה המדע במדינות המוסלמיות במזרח התיכון יהיה ברמה גבוהה, ואם המגמה תימשך איראן תגבור עלינו בתחום המדעי והטכנולוגי בתקופה הזאת, ובתוך 10 שנים איכות המחקר בה עשויה להיות שווה לישראל". למרות זאת, תדמור מבהיר כי "המדינות האלה עוד ייתקלו בהרבה בעיות, והמצב שלהן לא פשוט. הרושם עוד הרבה כדי לבנות יכולות מרעיות ברמה

מספר המאמרים בישראל לא השתנה ב-20 השנים האחרונות, ונותר כ-2,800 בשנה, לעומת גידול של כ-3,960% במספר המאמרים בתחום במצרים (3,260 מאמרים) וגידול של כ-1,075% במספר המאמרים באיראן.

"הקטנת הפער מעוררת דאגה"

מספר המאמרים אינו ערובה לאיכות המחקר, אך גם כפרמטר שמשקף השפעה ואיכות - הנברק לפי מספר ממוצע של ציטוטים למאמר - המגמה אינה לטובת ישראל. לפי המחקר של מוסד נאמן, "למרות מעמדה המחקרי המכובד של ישראל בקרב המדינות המפותחות, במדעים ובתחומים מסוימים איראן וטורקיה נמצאות כבר מעליה". ממוצע הציטוטים למחקר ישראלי עלה בתקופת הבריקה מ-3.1 ציטוטים בממוצע למאמר, ל-6.2 - נתון שמראה כי חלה עלייה מרשימה של פי שניים בהשפעת המחקר הישראלי. המחקר האיראני אמנם עדיין פחות מצוטט ולפיכך פחות משפיע (רק 2.6 ציטוטים), אבל קצב הגידול באיראן הוא פי 3.2 לעומת המצב בשנות ה-90. בטורקיה חלה עלייה של פי שלושה - ובתחום ההנדסה המחקר הטורקי גם נמצא משפיע יותר. אך הפערים בין איראן וטורקיה לבין ישראל מצטמצמים והולכים לטובת שתי המדינות, גם בתחומי מדעי המחשב ומתמטיקה. "מדובר בנושא בעל חשיבות ממדרגה ראשונה", אומר פרופ' זאב תדמור, יו"ר מוסד נאמן ולשעבר נשיא הטכניון. "הנתונים

הסעודית וירדן - שיחד מהוות 90% מהתפוקה של כל מדינות המזרח התיכון. גם באיכות חל שיפור משמעותי - איכות המחקר במתמטיקה במצרים ובערב הסעודית כבר עולה על הממוצע העולמי, וכך בחקר ההנדסה בטורקיה.

הרו"ח של תומסון רויטרס, כמו המחקר של פרופ' קירש ושותפיו, בחן את התפתחות המחקר במדינות המזרח התיכון והמפרץ על פי מספר הפרסומים המדעיים מדי שנה, ואת האיכות המדעית על פי מספר ציטוטים בממוצע למאמר. זאת, כאשר מספר רב יותר של ציטוטים בממוצע למאמר הוא הפרמטר העיקרי לבחינת השפעת המחקר, המצביע גם על איכותו.

בכל תחומי המחקר שנבדקו, מספר המאמרים הישראליים עלה מ-36,099 בשנים 1990-1994 ל-50,984 אלף מאמרים בשנים 2006-2010 - גידול של כ-41%. לעומת זאת, החוקרים באיראן הגיבו בסוף העשור האחרון 50,242 מאמרים לעומת 1,261 מאמרים בלבד בשנים 1990-1994 - גידול של 3,884. בטורקיה, אגב, פורסמו בתקופה המקבילה בשנות ה-2000 86,905 מאמרים לעומת 7,643 בשנות ה-90. כשמעמיקים בתחומי המחקר השונים, אי הנחות גדלה: ב-2006-2010, פירסמה איראן בתחום הכימיה כ-11 אלף מאמרים - 7,000 מאמרים יותר מישראל; ובהנדסה פירסמה איראן 8,520 מאמרים לעומת 3,364 בישראל. ישראל איבדה את ההובלה לטובת טורקיה ולעתים לטובת איראן בתחומים נוספים, בהם הנדסה ביורפואית, הנדסת חשמל, הנדסת מכונות והנדסה כימית. בהנדסת תוכנה ישראל עדיין מובילה, אך בביוטכנולוגיה ובכימיה

היקף הפעילות המחקרית של איראן צומח בקצב שנתי גבוה פי 11 מבשאר מדינות העולם - הקצב המהיר בעולם. איראן וטורקיה הן המדינות המובילות במחקר במזרח התיכון: בשני העשורים האחרונים הן לא רק התקדמו באופן משמעותי, אלא גם צימצמו את הפער מישראל בצורה משמעותית, ואם המגמה תימשך הן צפויות לסגור אותו בתוך כמה שנים.

"באיראן ובטורקיה חלו בעשר השנים האחרונות שינויים שאני לא יודע אם מישוה בישראל היה מודע להם", אומר פרופ' קירש, ששימש בעבר סגן יו"ר הוועדה לתכנון ותקצוב של המועצה להשכלה גבוהה. "זה בא לידי ביטוי בהיקף הפעילות, אבל עם ההיקף באה גם האיכות". הממצאים על מדינות המזרח התיכון, בייחוד על איראן, חדשים ומדאיגים, אבל הממצאים על הידרדרות המחקר בישראל ומערכת ההשכלה הגבוהה, והאזהרות ברבר הסכנה שבכך, כבר נשמעו פעם אחר פעם בעשור האחרון.

לפי רו"ח של תומסון רויטרס, קיימת התפתחות מרשימה ב-14 מדינות במזרח התיכון, מלבד ישראל שלא נבדקה. הכוללות את כל השכנות הקרובות והרחוקות - טורקיה, איראן, מצרים, סוריה, לבנון, ערב הסעודית, כוויית ואיחוד האמירויות. ב-2000-2009 גדלה תפוקת המחקר במדינות אלה מ-760 אלף מאמרים ליותר מ-1.16 מיליון, וכעת היא מהווה 4% מהתפוקה העולמית, לעומת 2% מהתפוקה לפני עשור. למעשה, התפוקה המדעית במזרח התיכון, לא כולל ישראל, גדלה בקצב מהיר יותר מאשר בכל מקום אחר בעולם: בעיקר בטורקיה, באיראן, במצרים, ערב

יותר פעילות אקדמית - יותר איכות הגידול בתפוקת המאמרים

1994-1990 2010-2006
מידת השפעת המחקר - לפי מספר ציטוטים בממוצע למאמר



מקור: מוסד נאמן, הטכניון, לפי נתוני תומסון רויטרס



הטיל האיראני Ghadr-F, ליד כרזה של אייתולה עלי חמינאי

איפה היינו ואיפה אנחנו כיום

מקומה של ישראל בתחומים שונים של המחקר העולמי*

2008-2004	1988-1984		
4	3		מדעי המחשב
4	1		כלכלה
5	3		הנדסת חומרים
5	3		כימיה
7	9		ביולוגיה מולקולרית ונגטיקה
7	4		פיסיקה
8	5		ביולוגיה וביוכימיה
14	12		הנדסה
14	6		מדעי החברה
19	13		רפואה קלינית
13	10		כל התחומים

* על פי ממוצע ציטוטים למאמר אקדמי מקור: פרופ' אורי קירש, מתוך מחקר בנושא הערכת מצוינות באקדמיה. נתונים: ISI

נאמן. "כל אלה, לצד עליית כוחם של מדענים ואנשי טכנולוגיה בחברה האיסלאמית וגם הצורך בשיתוף פעולה עם המערב, ואולי בעתיד גם עם ישראל".

"איראן רוצה להיות מעצמה טכנולוגית"

לא פלא שהחדשות האיראניות מפתיעות לא מעט ישראלים: רק לפני עשר שנים המצב במדינות ערב היה רחוק מהמצב הנוכחי. בר"ח שפירסם האו"ם ב-2002 ונכתב על ידי חוקרים ערביים, נקבע כי ההתפתחות הטכנולוגית במדינות ערב אטית וגם ההשכלה והמדע מפגרים. לפי הדו"ח, אף אחת ממדינות ערב לא הובילה בפיתוחים טכנולוגיים כמו ישראל. ואולם, הרבה השתנה מאז. "אם פעם באוניברסיטאות

פרופ' מאיר ליטבק, ראש המרכז ללימודים איראניים באוניברסיטת תל אביב, לא ממנהר להסכים: "במזרח התיכון, למרבה הצער, החוגים הכי עוינים לישראל הם הרבה פעמים אינטלקטואליים. זה שהם מתקדמים בתחומים טכנולוגיים ומדעיים לא אומר שהם נאורים יותר. מחמוד אחמדינג'אד, נשיא איראן, הוא בעצמו דוקטור להנרסה. כל עוד יש לישראל את המשטר והאידאולוגיה הנוכחיים, זו בעיה. כרגע הם מתרכזים בחקר שנוער, בין היתר, להכנת תשתית גרעינית וטילים".

"הנושאים שאיראן מקדמת הם בעיקר חלל ואטום", טוען

במזרח התיכון לימדו בעיקר מדעי הרוח והרבה דת, כיום האפשרויות הרבה יותר רחבות", אומר נדן. "מדינות ערב מעודדות חינוך טכנולוגי כי הן מבינות שכך תהיה להן יכולת גבוהה יותר להתמודד עם האתגרים המורדניים והעתידיים".

"איראן רוצה למצב את עצמה כמעצמה טכנולוגית אזוטרית", אומר ליטבק. "הם משקיעים המון כדי לא להיות תלויים בגורמים אחרים. זו משימה לאומית עבורם. הם רוצים להיחלץ ממצב של כלכלת תלות בנפט, גם בגלל הסנקציות שמופעלות עליהם, ורוצים להגיע לתחושת עצמאות, ולכן חשוב להם למצות את עצמם ולהשתחרר מהתחושה של הנחיתות והתלות בכספי זרים. "התבוסה במלחמת ששת הימים רחפה חלק ממדינות ערב להשקיע בטכנולוגיה ובהשכלה, אבל איראן לא משווה את עצמה אלינו - היא רוצה לראות את עצמה בליגה של הגדולים, כמו מדינות אירופה". באיראן פועלות 20 אוניברסיטאות, בהן אוניברסיטת טהרן, הראשונה שנוסדה במדינה. היא מציעה יותר מ-1111 תארים ראשוניים ו-156 תוכניות דוקטורט. המוטו של האוניברסיטה, שבה לומדים יותר מ-34 אלף סטודנטים ומלמדים כ-1,500 חברי סגל, הוא "לא להפסיק ללמוד לרגע", כפי שנכתב באתר האינטרנט שלה. עם האוניברסיטאות הבולטות באיראן נמנות האוניברסיטה למדע וטכנולוגיה של איראן הכוללת 14 בתי ספר ומחלקות, שבהם לומדים יותר מ-9,000 סטודנטים; ואוניברסיטת שריף, שבה מתגאים בכך שבועד שששנות ה-60 למדו בה רק 400 סטודנטים, כיום לומדים בה יותר מ-8,000 סטודנטים.

לאיראן חשוב לא רק להתפתח מדעית ואקדמית, אלא גם להראות זאת לעולם. "הדברים זזים מהר בעולם המדע והטכנולוגיה באיראן", נאמר בסרט תעמולה איראני שמופץ באינטרנט. באנגלית במבטא בריטי מושלם מציגה קריינית הסרט שלל פיתוחים איראניים - רובוטים, מכונניות, טילים, לוויינים, תרופות וכמובן טכנולוגיה גדענית - כאילו לא מדובר בסרטון תעמולה אלא בכתבה של רשת חדשות בינלאומית.

לפי הסרט, איראן היתה המדינה הראשונה בעולם הערבי ששיבטה חיות. סגנית הנשיא ליחסים בינלאומיים מדעיים באיראן מספרת בסרט כי "הסנקציות לא השפיעו על הפיתוחים שלנו, אבל גרמו לנו לעמוד על הרגליים ולהיות

עצמאים. בזכות הגברנו עוד את התהליכים המדעיים".

"אם הדרך תיקבע על ידי אחרים, תמיד נשתרך מאחור", אומר בסרט אחמדינג'אד, שצולם באחת הוועידות המדעיות שנערכו בשנים האחרונות במדינה. "עכשיו זה הזמן למדענים איראניים להחליט על המטרה וגם על הדרך".

איראן היא מדינה מוסלמית קיצונית שהדת שולטת בה, אבל בניגוד לישראל, שם הדתיים הקיצוניים לא רק משתלבים בלימודים ובהשכלה, אלא גם מובילים את האקדמיה, נמצאים בחזית המחקר המדעי - ושומרים על אורה חיהם - הדתי המוקצן, לצד חקר מדעי הטבע ושיבוט בעלי חיים. בסרט התעמולה מוצגות מדעניות עם כיסוי ראש המבצעות עבודות מחקר. "למרות העובדה שחלק מאבות המדענים היו דתיים קיצוניים, כיום האקדמאים הטובים ביותר הם אנשי אמונה", מספרת הקריינית. המנהיג הרוחני העליון של איראן, אייתולה עלי חמינאי, אומר בסרט: "אנחנו חייבים לכונן מודל שיאפשר לחברה האיראנית לנוע קדימה, אבל באופן רוחני. ברור לנו, וחייב להיות ברור לכולם, שלרווחיות אין קונפליקט עם מדע. נוכל לכבוש את כל פסגות המדע ולשמור על הדת".

"באיראן יש שלטון דתי, אבל בניגוד אלינו הם מבינים שחברה שבה כולם ילמדו בישיבה זה לא הפתרון. בהדרכה נושאים הם איסלאם קיצוני, אבל בהמון נושאים הם סירסו את האיסלאם לצורכי המדינה", אומר ליטבק. נדן מוסיף כי "בכלכלות האיסלאמיות סירבו במשך שנים רבות לאמץ אלמנטים מערביים, וזה היה אחד המכשולים הגדולים להתפתחות בעולם הערבי. כיום אנחנו רואים שכל הזמן הם מאמצים טכנולוגיות מערביות. אין יותר חסמים דתיים עקרוניים שמונעים פיתוח בעולם הערבי או המוסלמי. איראן, להבדיל מרוב מדינות ערב, היתה מדינה עם השכלה גבוהה מפותחת כבר בשנים שלפני המהפכה האיסלאמית של 1979".

למרות זאת, אין ספק שהשלטון הקיצוני באיראן לא מאפשר חופש אקדמי ואף ביצע טיהורים של מרצים באוניברסיטאות לאחר המהפכה האיסלאמית, וחוקרים רבים ברחו לחו"ל. "גם באיראן יש להם בעיה של בריחת מוחות", אומר ליטבק, "באופן אבסורדי למשטר לא כל כך אכפת. הוא מאפשר להם ללכת. בנוסף, הרבה סטודנטים באיראן שסיימו ללמוד נותרים ללא תעסוקה".