

ניתוח מרחבי של זיהום אור באמצעות חישה מרחוק



גלעד וייל

יחידת ה-GIS, רשות הטבע והגנים

מקורות חישה מרחוק למדידת עוצמת תאורה

DMSP-OLS: משרד הביטחון של ארה"ב, בשיתוף NOAA, הארגון הפדראלי לחקר האטמוספירה והאוקיאנוסים. הנתונים זמינים בחינם, וכוללים הדמאה בודדת לכל שנה בין השנים 1993-2010, ממספר חיישנים נפרדים (דורש כיול). הפיקסלים של כל הדמאה מכילים את ערכי עוצמת האור ממקורות אור סטאטיים, כאשר ההדמאה מורכבת מפיקסלים שנבחרו בתאריכים שונים, על בסיס העדר הפרעות כגון עננות וברקים. השימוש בחיישן זה נפוץ במחקרים סביבתיים וחברתיים.

- יתרונות- זמין בחינם, סדרת זמן משנת 1993 מאפשרת בחינת שינויים לאורך זמן.
- חסרונות- מגיע לרוויה בערכים נמוכים, רזולוציה מרחבית נמוכה, הפיקסלים מושפעים מתאורה בסביבתם (אפקט "Overglow"), דרוש כיול בין חיישנים שונים.

The first World Atlas of the artificial night sky

P. Cinzano,^{1,2*} F. Falchi^{1,2} and C. D. Elvidge³

מקורות חישה מרחוק למדידת עוצמת תאורה

Thematic Guide to Night-time Light Remote Sensing and its Applications

Christopher N.H. Doll¹

DSMP- הטיות מרחביות (אפקט "Overglow") :

- מקשה על קביעת מרחק ההפרעה ממוקד האור
- נובע ממניפולציות על הרזולוציה המרחבית, חפיפה בין פיקסלים מהדמאות שונות ומעבר בין היטלים.

- אין אפשרות לקבוע ערך סף להילה כיוון שהיא מושפעת מעוצמת מוקד האור
- בשל הקשר בין עוצמת התאורה במוקד להילה סביבו ניתן להשוות בין השפעת מוקדים שונים במרחב ובזמן.

DSMP- הטיות בזמן:

- נתוני DSMP מתקבלים מסדרות שונות של חיישנים, השונים בעקום הקשר בין ערכי האור שנמדדו ליחידות ההדמאה (DN).
- לשם השוואה בין סדרות שונות יש לבצע כיוול ע"י השוואת הדמאות מאותה שנה.
- קיים מידע בספרות אודות ההבדלים בין סדרות החיישנים.

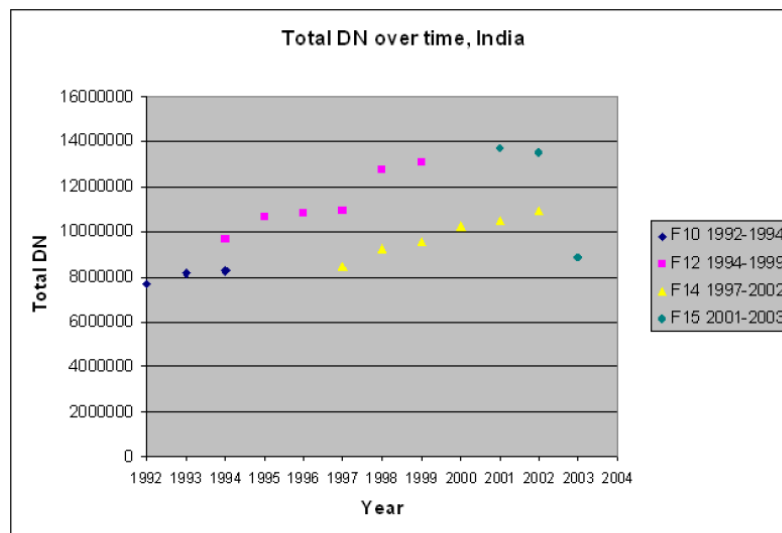


Figure 5. Total DN for India 1992-2003 using overlapping years from 4 different DMSP-OLS sensors.

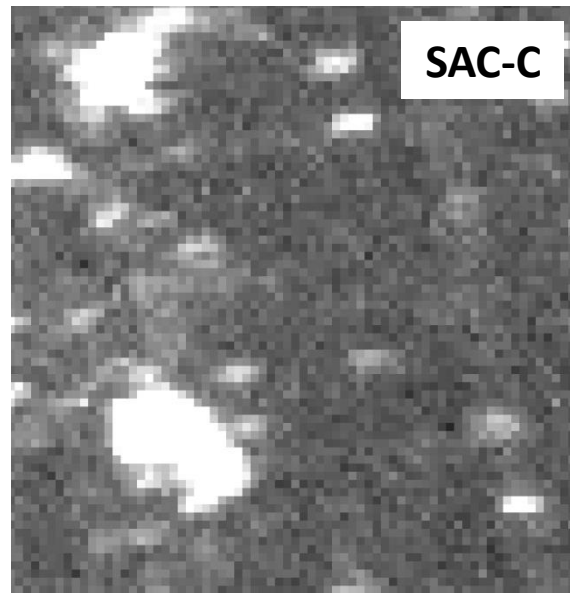
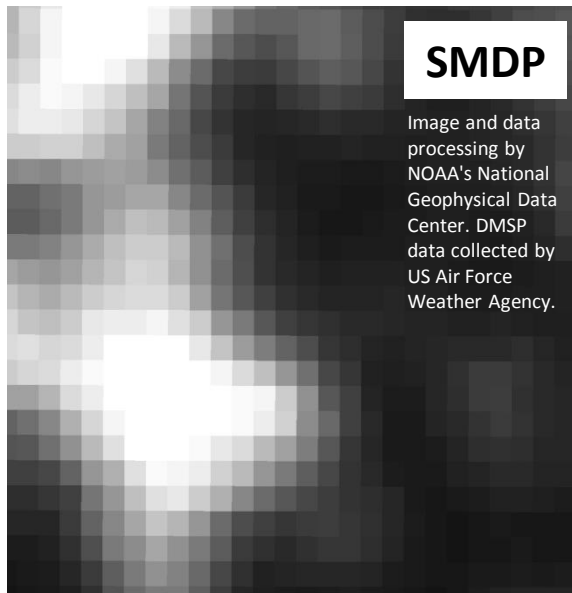
מקורות חישה מרחוק למדידת עוצמת תאורה

- SAC-C: לוויין ארגנטינאי, רזולוציה של כ-700 מ'. אינו זמין להורדה ברשת האינטרנט. מקור הנתונים- ד"ר נועם לוין, האוני' העברית.
- תמונות שצולמו על ידי אסטרונוטים בתחנת החלל הבינלאומית (ISS)
- VIIRS- שוגר בנוב' 2011, אין תוצרים מוכנים נכון להיום.

High spatial resolution night-time light images for demographic and socio-economic studies

Noam Levin*, Yishai Duke

Department of Geography, The Hebrew University of Jerusalem, Mount Scopus, Jerusalem 91905, Israel



מרכיבי הקרינה המגיעה לחיישן

- Natural skyglow (לילה)- ירח, כוכבים, גזים אטמוספריים, השתקפות קרינת שמש בחלקיקים בחלל, עוד.
- Artificial skyglow - מקורות אנטרופוגניים. מוגבר ככל שיש יותר אירוסולים- פליטת מזהמים, אבק, מלח ים.

תופעה המשפיעה על תוצר החיישן- קליטת קרינה מפיקסלים סמוכים, יציאת "הילות" סביב מקורות אור ("Overglow"), בעיקר בשל השפעות תהליך עיבוד המידע המגיע לחיישן. קשה להעריך את ההפרעה בערכים אבסולוטיים, אולם לצרכים של השוואה מרחבית ובחינת הבדלים בזמן באופן יחסי, ניתן להניח שההפרעה (כתלוי בעוצמת התאורה) זהה.

GLOBAL ASSESSMENT OF LIGHT POLLUTION IMPACT ON PROTECTED AREAS

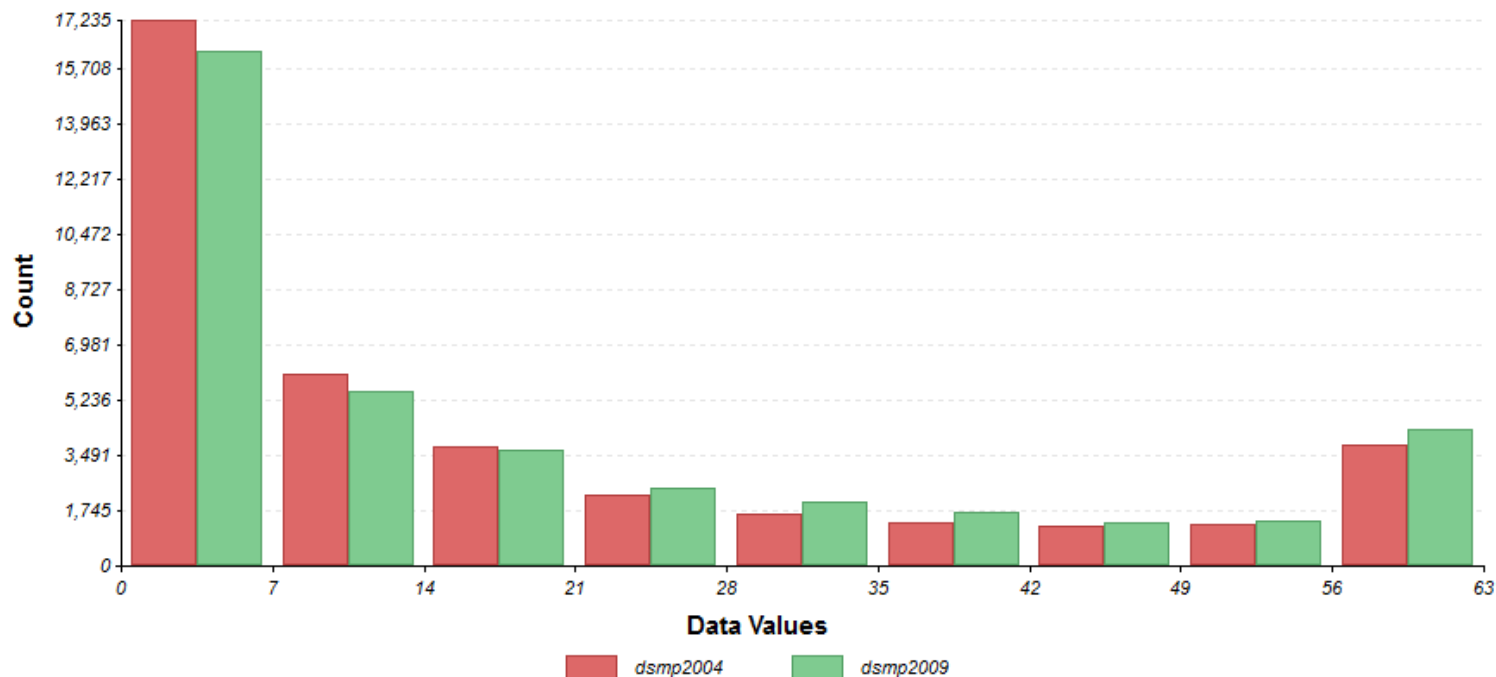
C. Aubrecht^{1,2}, M. Jaitoh², A. de Sherbinin²*

¹ AIT Austrian Institute of Technology GmbH; Vienna, Austria

² Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) and NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), The Earth Institute at Columbia University; Palisades, NY, USA

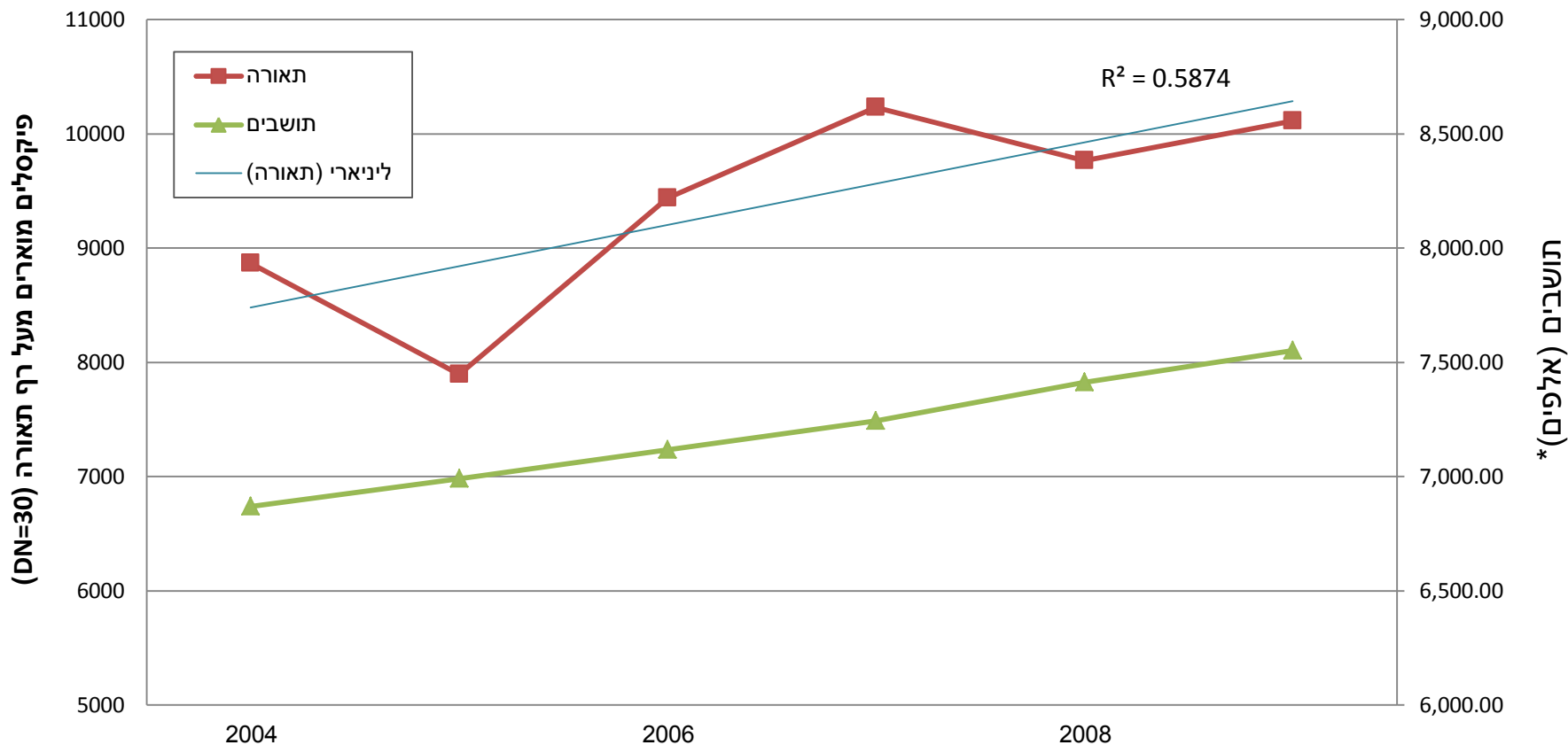
תוצרים

הבדלים בפיזור ערכי ההדמאות בשנים 2004 ו-2009 DSMP



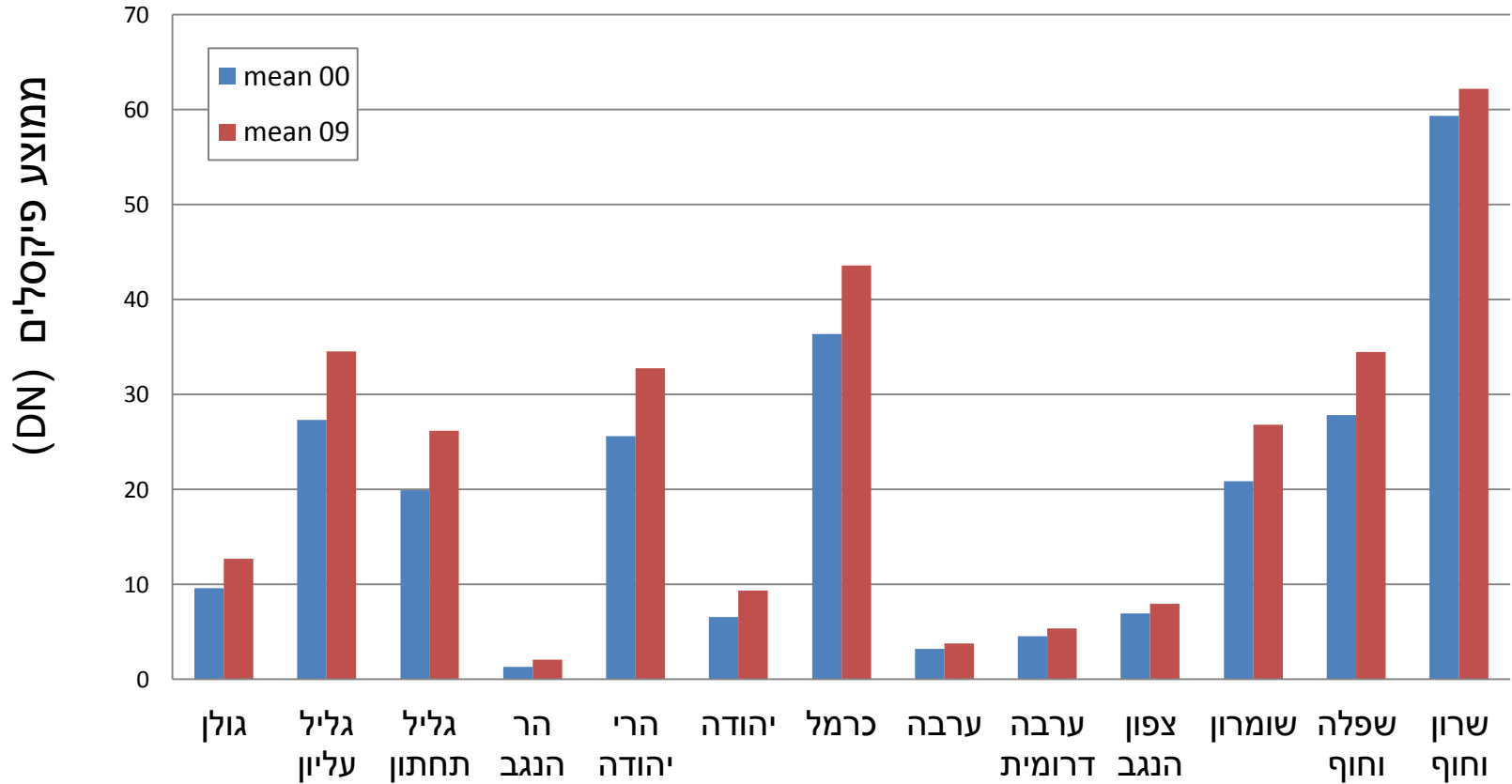
- הנתונים מתפלגים בי-מודאלית, עם קבוצות גדולות של פיקסלים בקצוות- שטחים עירוניים ושטחים פתוחים.
- ניתן לזהות מגמה של נדידת ערכים מהאזורים החשוכים למוארים עם הזמן.
- מקור הנתונים מסדרת נתונים זהה (DSMP, F16).

השוואת נתוני דמוגרפיה ואור (DSMP) בישראל בין השנים 2004 ל- 2009



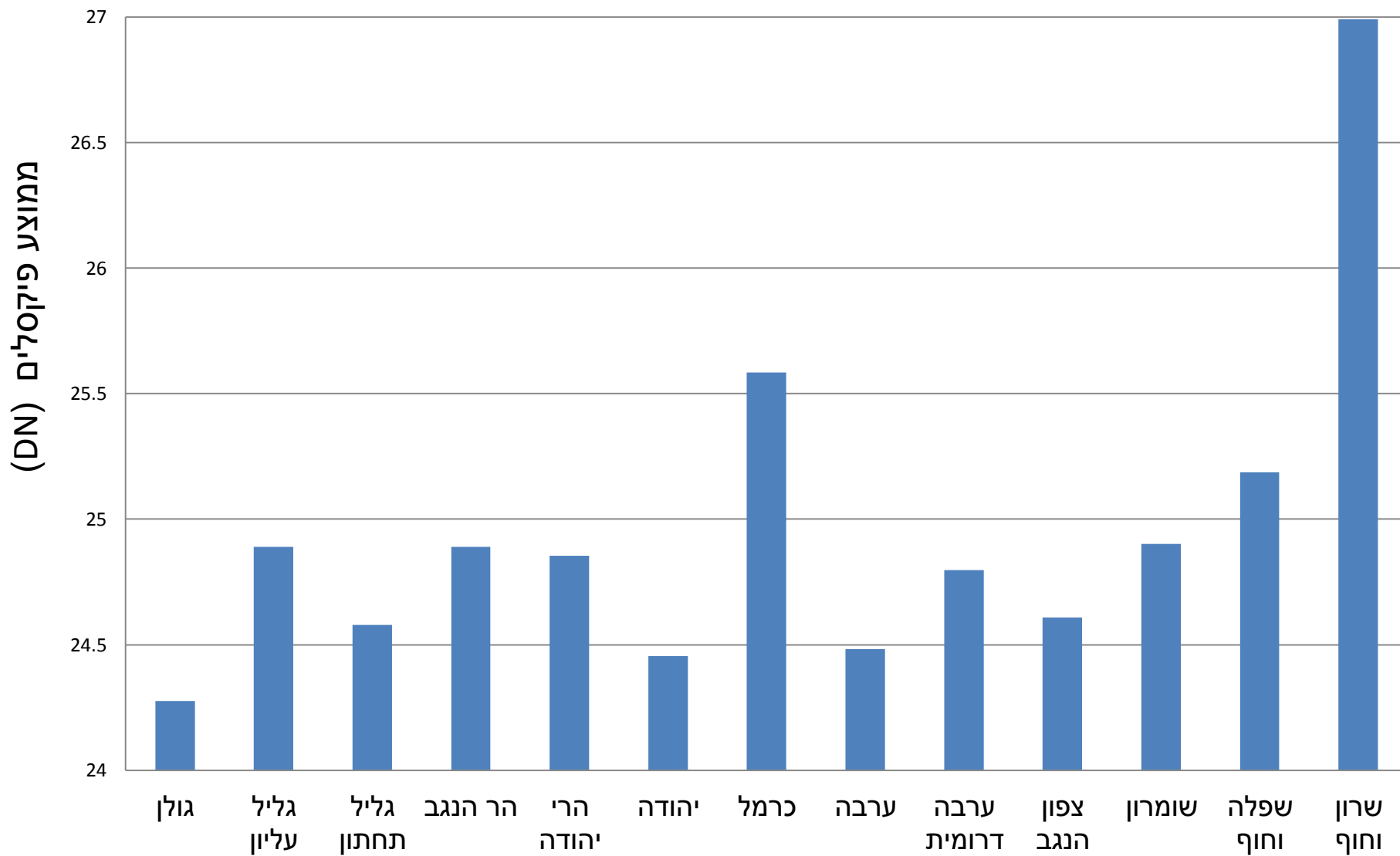
- מקור הנתונים מסדרת נתונים זהה (DSMP, F16).
- בהנחה שאין ירידה בתאורה מזוהים "רעשים" הנובעים ממגבלות החיישן ומתהליך העיבוד במקור, אך המגמה ברורה בסדרה זו, בדומה לסדרות זמן מקבילות של חיישני DSMP נוספים.

השוואה בין ממוצע ערכי התאורה בשטחי שמורות מאושרות ומוכרזות, לפי מרחבי רט"ג, בשנים 2000 ו-2009



- ההשוואה מתבססת על חיישני DSMP מסדרות שונות (F16, F14) ללא כיוול. בשל נתונים מקבילים מהספרות ניתן להניח שההפרש בין השנים גדול מעט יותר מהמוצג בתרשים (Doll, 2008).

השוואה בין ממוצע ערכי תאורה בשטחי שמורות מוכרזות ומאושרות, לפי מרחבי רט"ג, בשנת 2007. לווין SAC-C



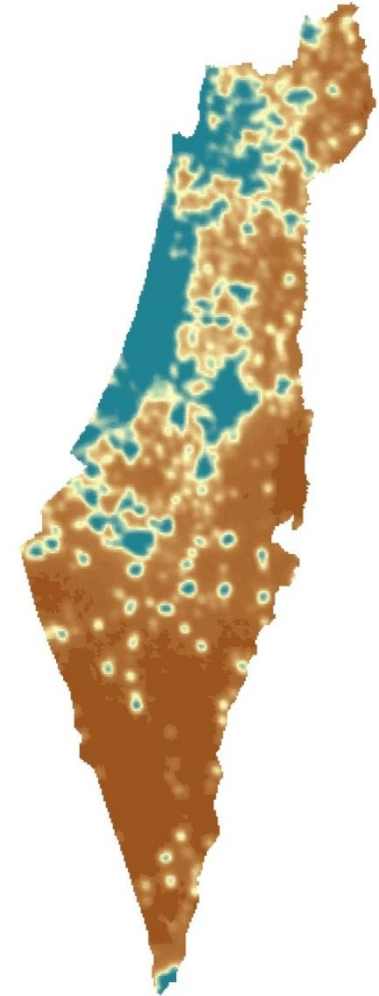
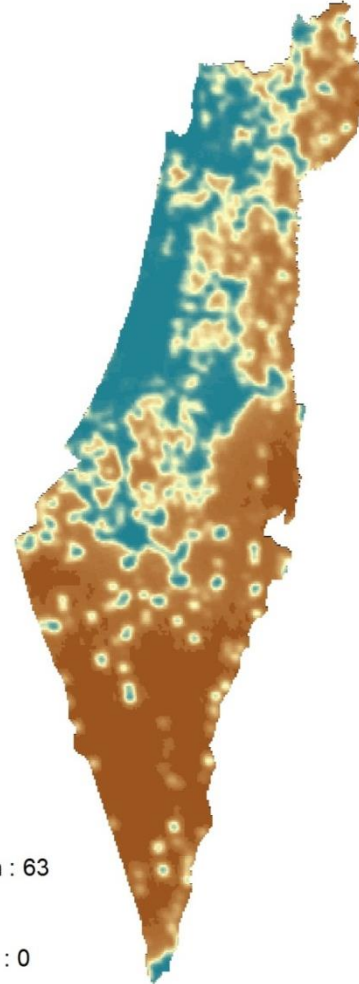
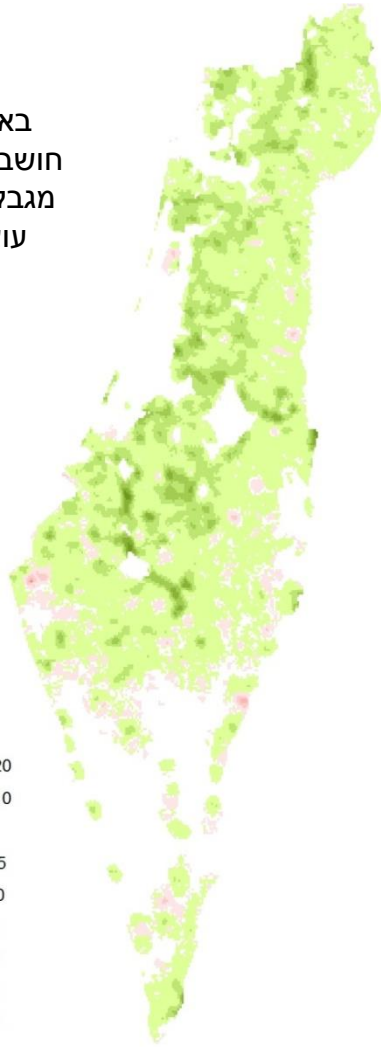
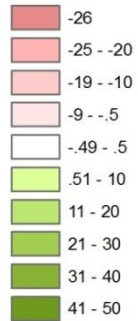
שינויים מרחביים בתאורה בישראל בין 2000 ל-2010, DSMP

(Δ) 2010-2000

2010

2000

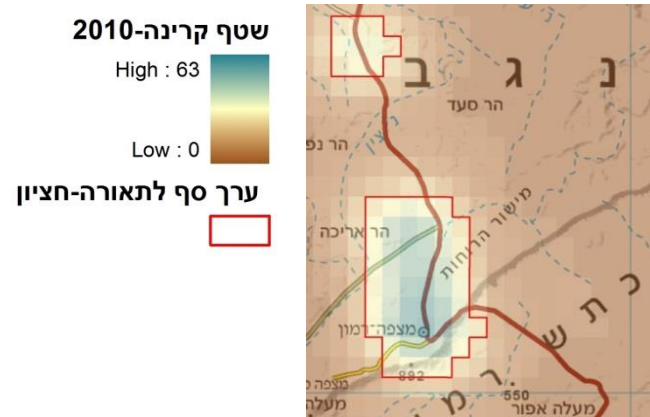
באזורים עירוניים לא
חושב כראוי ההפרש בשל
מגבלות החיישן במדידת
עוצמות אור גבוהות



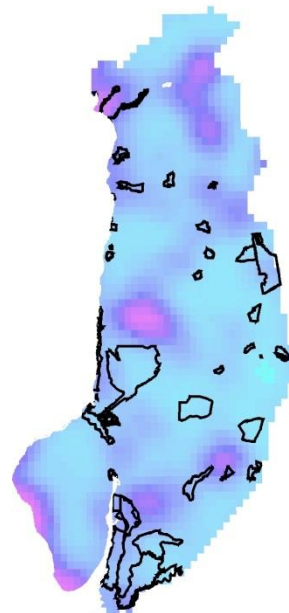
הנתונים שייכים לסדרות חיישנים שונות ללא כיוול, יש להתייחס לתוצאות המדויקות בזהירות אך הדפוסים המרחביים של עליה בתאורה והתפשטות אזורים מוארים ניכרת היטב.

הבדלים בפיזור האור בין השנים 2000-2010 בשמורות מאושרת/מוכרזות לפי מרחבים- DSMP

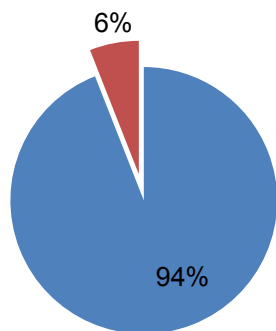
- על מנת לבצע חישובי שטח יש לתרגם את נתוני הלווין הרציפים לערכים בדידים, בעזרת קביעת ערך סף לעוצמת התאורה.
- קביעת ערך סף אבסולוטי לתאורה כרוכה בהמרה מורכבת של שטף הקרינה שמגיע לחיישן ליחידות פיסיקאליות של עוצמת אור (אנרגיה/זמן/יח' שטח). מעבר לקושי הטכני הכרוך בכך, בכל מקרה יש קושי לקבוע רף אקולוגי מובהק לזיהום האור (?). לכן, במקרה זה, לאחר בחינת ההדמאות קבענו "שרירותית" את החציון של הנתונים מ-2010 (DN 24.3) כערך סף קבוע לצורך השוואת שינויים מרחביים בעוצמת התאורה.
- מקור ההדמאות בשנים השונות הינו מחיישנים שונים, ובמקרה זה לא בוצע כיוול ולכן יש להתייחס לנתונים הכמותיים בזהירות. עם זאת, בבחינה בעין של ההבדלים בין ההדמאות ניכר כי הנתונים משקפים את השינויים הבולטים בין המרחבים בטווח הזמן.



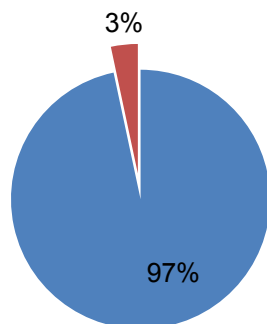
מרחב גולן



2010



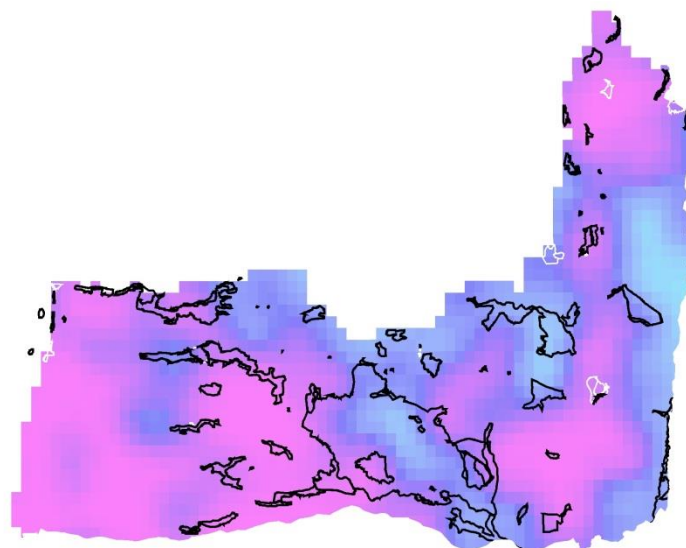
2000



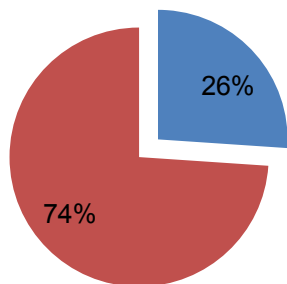
חשוך (מתחת לרף)

מואר (מעל הרף)

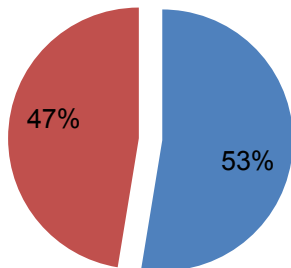
מרחב גליל עליון



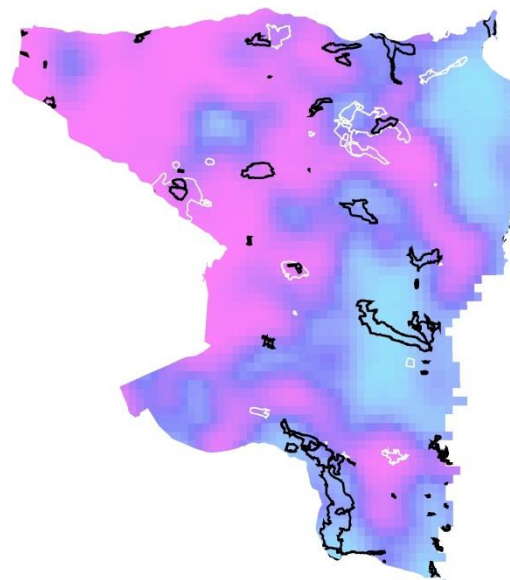
2010



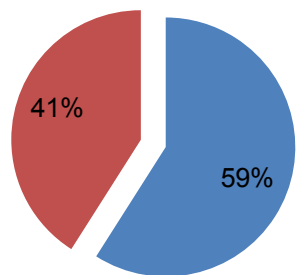
2000



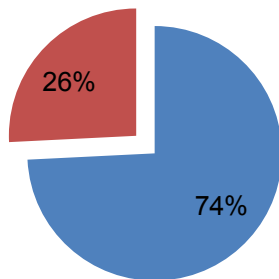
מרחב גליל תחתון



2010



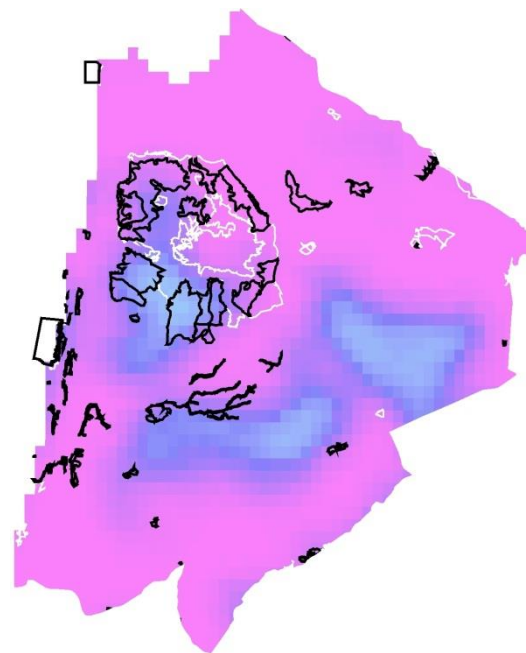
2000



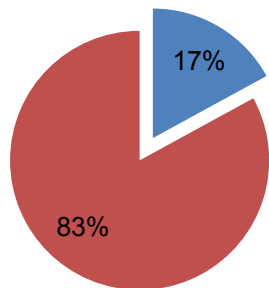
חשוך (מתחת לרף)

מואר (מעל הרף)

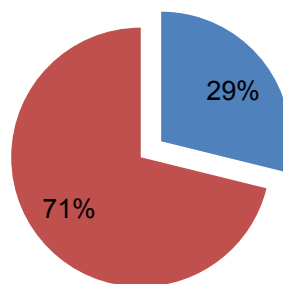
מרחב כרמל



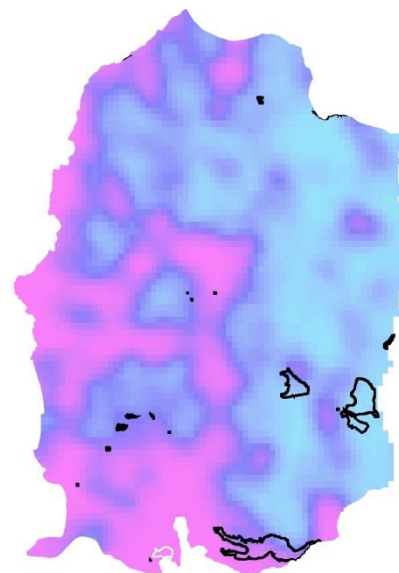
2010



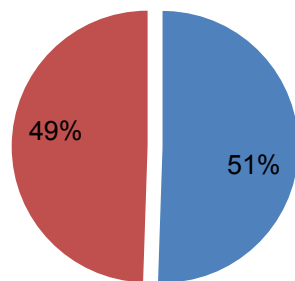
2000



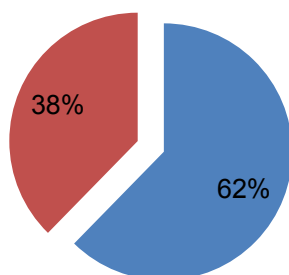
מרחב שומרון



2010



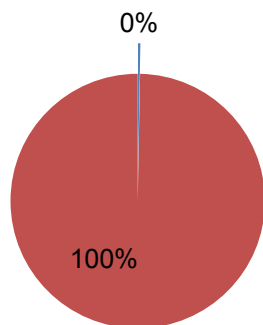
2000



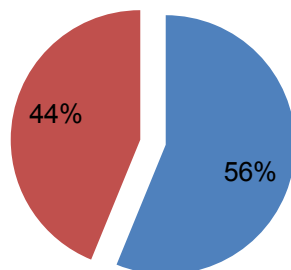
■ חשוק (מתחת לרף)

■ מואר (מעל הרף)

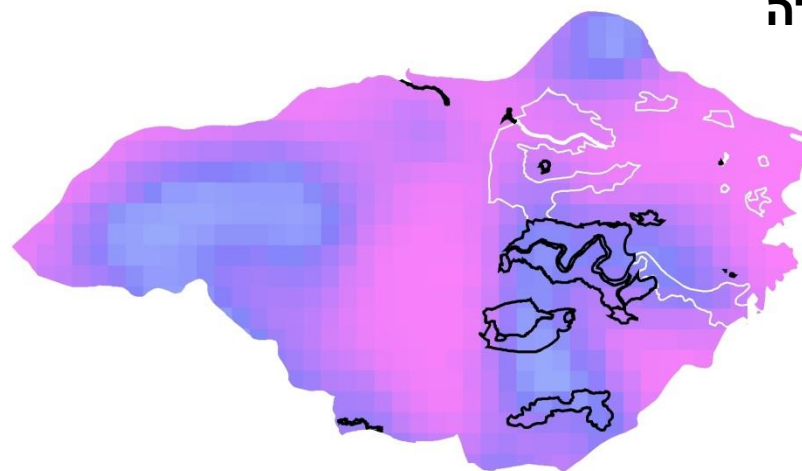
2010



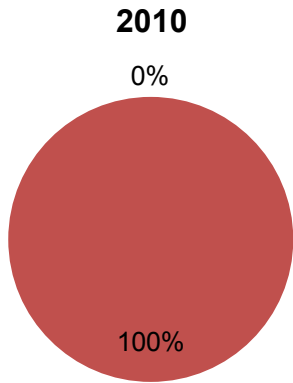
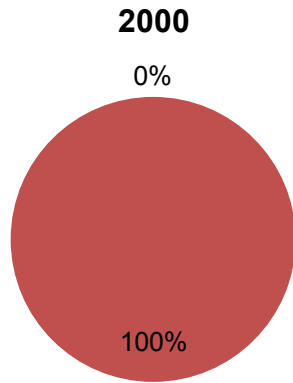
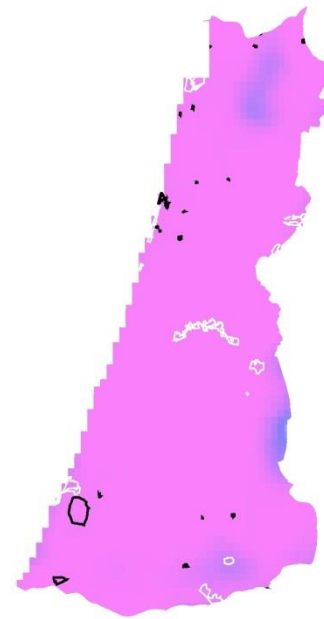
2000



מרחב הרי יהודה



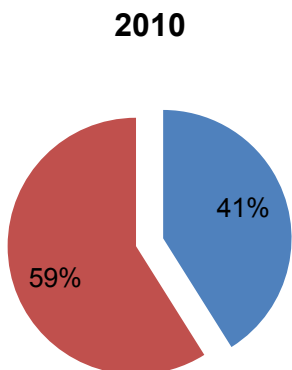
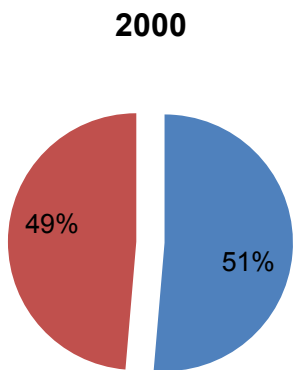
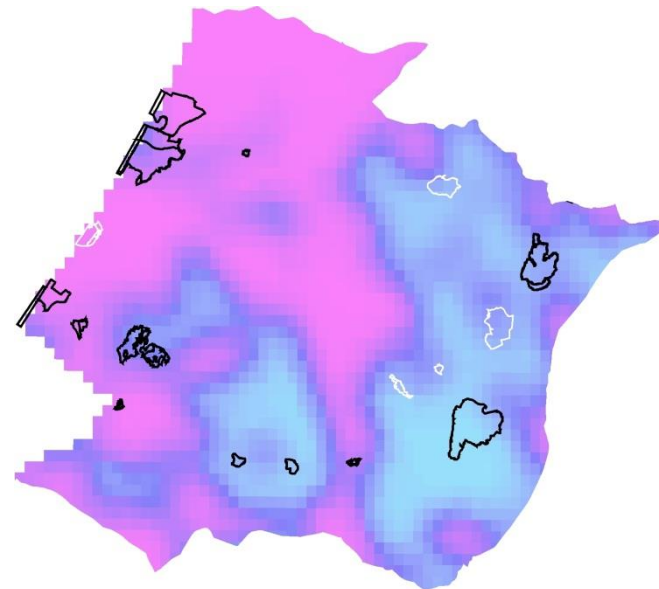
מרחב שרון וחוף



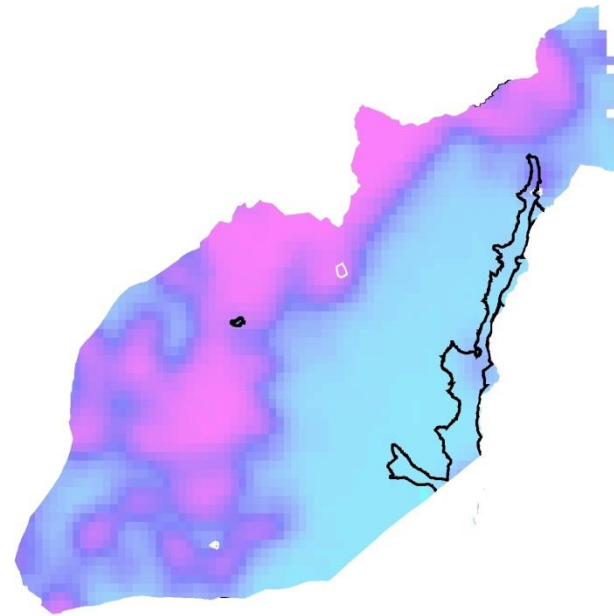
■ חשוך (מתחת לרף)

■ מואר (מעל הרף)

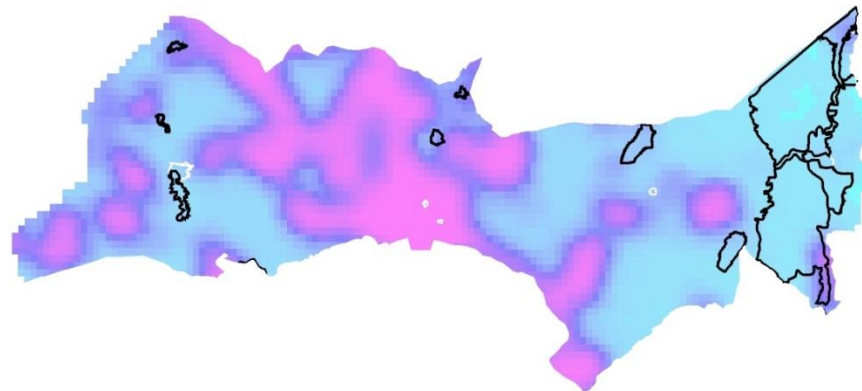
מרחב שפלה וחוף



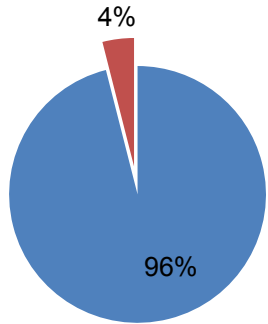
מרחב יהודה



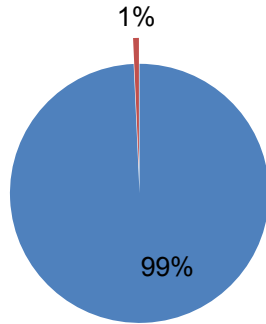
מרחב צפון הנגב



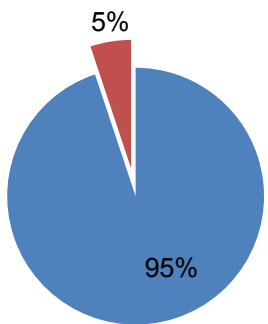
2010



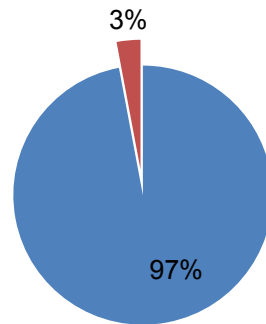
2000



2010



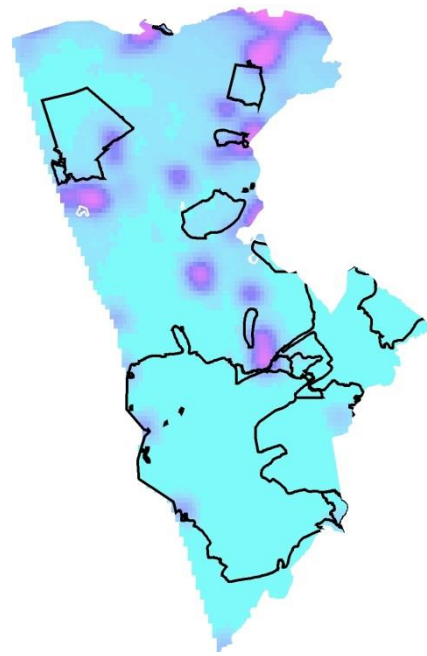
2000



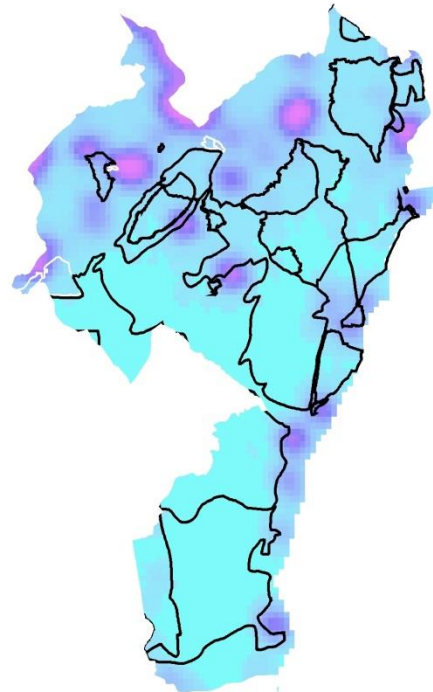
חשור (מתחת לרף)

מואר (מעל הרף)

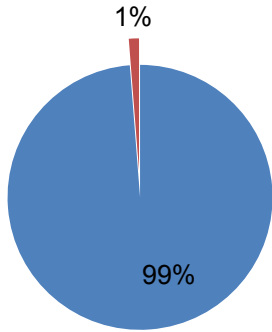
מרחב הר הנגב



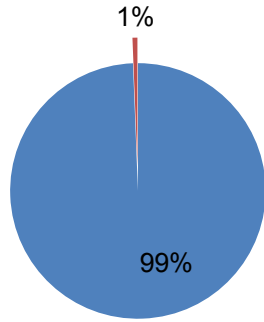
מרחב ערבה



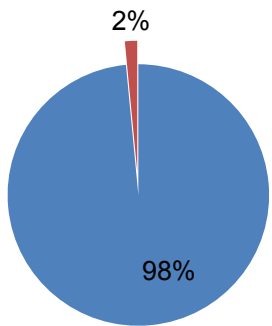
2010



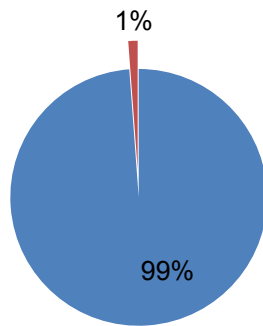
2000



2010



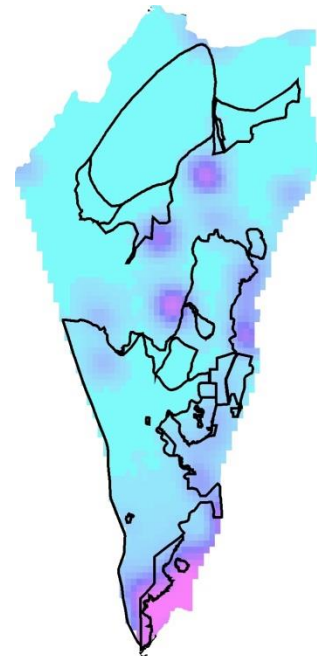
2000



■ חשוק (מתחת לרף)

■ מואר (מעל הרף)

מרחב ערבה דרומית



שמורות טבע מוכרזות ומאושרות

גנים לאומיים מוכרזים ומאושרים

עוצמת אור DSMP 2010

גבוה

נמוך

2010

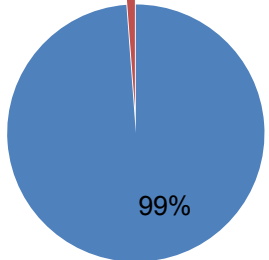
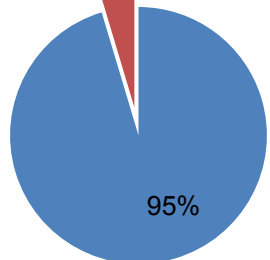
5%

95%

2000

1%

99%



חשוך (מתחת לרף)

מואר (מעל הרף)

מסקנות עיקריות

- השימוש בלוחייני ה-DSMP יעיל לצורך ניטור עוצמות תאורה ומאפשר שימוש בנתונים זמינים לאורך סדרת זמן ארוכה. עם זאת, הרזולוציה המרחבית הנמוכה, חוסר הבהירות ביחס לאפקט ההילה המלאכותית, הצורך לבצע כיול בין סדרות נתונים וכן הערכים הנמוכים בהם החיישן מגיע לרוויה מקשים על הניתוח.
- יש גידול בעוצמות התאורה בשטחים הפתוחים בישראל בכלל ובשמורות הטבע בפרט, הן בערכים מוחלטים והן בפיזור המרחבי.
- ניכרת השפעתם הגדולה של אתרים מוארים מבודדים על סביבתם- כדוגמת בסיסי צה"ל ומפעלי הפוספטים בדרום.

המלצות

- חיפוש ורכישה של הדמאות עדכניות ברזולוציה גבוהה, בחינת נתוני VIIRS לכשיהיו זמינים. שילוב נתונים קרקעיים לאימות וכיול.
- בהדמאות הקיימות ניתן לזהות הבדלים בין מוקדי אור שונים והשפעתם על סביבתם, לפי מאפיינים חברתיים ותפקודיים- בחינת ההבדלים באמצעות חישה מרחוק, מיפוי מוקדים בעייתיים והמלצות לפי תפקודים.