

ניהול פרקטלי במרחב כאוטי

מוטי בן-צור
מ. לחמן תעשיות מתכת
שנקר 27 קריית אריה פתח תקוה
טלפון 03-9218135 פקס 03-9248860 motib@lachmangroup.com

תקציר

השאיפה שלנו, בניהול מערכות ארגוניות, היא לנרמול המערכת מחד, וגדילה מבוקרת מהצד השני. אולם שתי אמיתות אלו מתנגשות בתפיסת העולם הניהולית הנהוגה היום. נרמול מערכת ארגונית לאורך זמן, סביר כי יגרום לירידה בתפוקה עד כדי כיליון, ואילו שאיפה לגדילה מבוקרת, היא רק שאיפה, כי כאשר מערכת ארגונית גדלה, נוצר צורך בוויסות מרכיבי המערכת ובשליבי ביניים של למידה, הסתגלות לחדש, הטמעה ויצירת נורמליזציה חדשה. זהו שלב שיכול לקחת זמן רב וגורם לאי יציבות של המערכת הארגונית לתקופת הגדילה.

תורת הכאוס הביאה בסוף המאה שעברה משב רוח רענן בנושא זה, ואפשרה להתבונן במערכות מתמטיות בתחילה, ולאחר מכן במערכות ביולוגיות, מזג האוויר, גאולוגיה ומערכות מורכבות דומות. תורה זו אפשרה להבין איך המערכות האלו פועלות במצבי שינוי. נוסף "מושך" חדש מסוג פרקטל (המושג פרקטל מתייחס לצורה גאומטרית החוזרת על עצמה בכל קנה מידה שנתבונן במערכת הנתונה), שנתן הסבר מתמטי לכאוס שלכאורה היה בלתי מובן, אולם במבט מקרוב התגלה כבעל סדר א-ליניארי, שניתן להסבירו בעזרת התבוננות במערכת ומשוואות מתמטיות פשוטות.

תארו לעצמכם מערכת ניהולית שבה המבנה הארגוני הכללי אותו רואה לנגד עיניו המנהל וההנהלה חוזר על עצמו בהתפלגויות אין ספור עד אחרון העובדים, ואילו העובד מבין ורואה לנגד עיניו מערכת אותה הוא מקיים כיחיד, החוזרת על עצמה למעלה עד רמת ההנהלה.

זוהי מערכת מסדר חדש שרואה ומבינה את שותפות הגורל בין חלקיה, את הכוליות של מרכיבה. שינוי שמבצע העובד ולו הזוטר ביותר, משפיעה השפעה ישירה על כלל המערכת הארגונית, כפי שההנהלה תבצע שינוי והוא ישפיע על הארגון כולו.

תפיסה זו בתורת הכאוס קיבלה את השם אפקט הפרפר, והיא הצביעה על כך ששינוי, ולו הקטן ביותר במערכת, עתיד לגרום לתגובת שרשרת שבסופה יפרוץ הוריקן. מצד שני אם נמריץ פרמטר במערכת, כפי שניתן לדמות פעולת הנהלה על מערכת ארגונית, תצא המערכת משיווי משקלה ותיצור מבנה פרקטלי התואם את שלבי ההתקדמות של מערכת בתורת הכאוס.

מתוך הבנה זו נולדת אחריות כוללת של אנשי הארגון, של אחדותיות, של שותפות גורל, של חשיבות העובד הבודד, של השייכות והערך שלו לארגון.

תפיסת עולם ניהולית זו אינה פוגעת בהיררכיה התפקודית של הארגון, אלא בונה רובד נוסף של אחריות אישית של ההנהלה ושל העובד הבודד כחלק מהשלם, כחלק מכלל הארגון, ומאפשרת ניהול מיטבי של הארגון בעת גדילה מהירה או בעיתות משבר.

כנגזרת מהבנות אלו, תוכל להשתמש הנהלת הארגון בתפיסת עולם זו להבנת מקומה הפרקטלי במערכת של ספק לקוח, או מספר חברות החולקות תחום פעילות בתוך סביבה גלובלית.

אבסטרקט

במאמר זה אסביר איך תורת הכאוס והמבנה הפרקטלי מתחברים למציאות העסקית המורכבת בה אנחנו פועלים, ומאפשרים להנהלה ובראשם לאנשי איכות, להתנהל, לבקר ולייצר תהליכי התפתחות של מרכיבי הארגון והארגון בכללו.

הקדמה

התפיסה היא תפיסה הוליסטית (ראייה שלמה וכוללת), המאפשרת להנהלה ולאנשי האיכות ליצור אינטגרציה בין חלקי הארגון, הנובעת מתוך המבנה ההיררכי הניהולי המוכר של הנהלה בכירה דרגי ביניים ועובדים.

תפיסה זו מאפשרת לחבר בין מחלקות ואנשים, ולנהל תהליכים, ואין היא מבטלת את המבנה הקיים, כי אם מאפשרת על ידי הכלה של תבניות עסקיות חדשה, ומתוך מהות ומשמעות חדשה, לייצר קפיצת מדרגה ניהולית וארגונית, שתיקח את הארגון אל המציאות העתידית, בה אין תקרת זכוכית על התפתחות הארגון ועל יכולת הגדילה שלו ושל פרטיו.

ההתפתחות והגדילה של הארגון וחלקיו אינם רק במכירות או במחזור הכספי, כי אם ביכולת של כל חלקי הארגון להתפתח להתמקצע ולהפוך לישות פרקטלית (מערכת בה כל החלקים בכל רזולוציה דומים במבנה שלהם ובהתנהגותם) גמישה המסוגלת להתאים עצמה לשוק המשתנה והדינמי מאוד בו אנו פועלים.

תפקידו של איש האיכות בעידן הנוכחי הוא להוביל את הארגון, על ידי אחריות ודוגמא אישית להבנה של התנהלות פרקטלית (התנהלות המכילה ומשתמשת בידע של המבנה הפרקטלי), וערעור מציאות קיימת לטובת התפתחות של הארגון והמרצה של המערכת הקיימת עד לסף הכאוס (המרצה של מערכת עד לנקודה בה המערכת עדיין יציבה

ואינה מתנהגת (כאוס), ולבסוף חצייתו, ובכך יכולת של הפניית מסה קריטית לעליית מדרגה של הארגון, הן בצד העסקי, והן בצד המקצועי והאנושי.

זהו מבט על, הצופה על התהליכים בארגון ומאפשר הבנה של כוחות השוק, והכוחות המניעים את הארגון, בעלי התפקידים ומרכזי הכוח. תנועה כזאת מאפשרת למנהל האיכות, לערער מבנים קיימים בארגון לטובת מבנים חדשים, מתוך מקום של שייכות ארגונית מחד, ויכולת התבוננות בלתי אישית מהצד השני. גוף האיכות כפוף ישירות למנכ"ל החברה, ותפקידו לפקח על איכות המוצר/שירות והתהליכים בארגון. לכן גוף האיכות מכיר את מבנה החברה מלמעלה ומלמטה מזווית ראייה של ההנהלה ומזווית הראיה של העובד.

כתנועת מלקחיים למבט העל, יכול מנהל האיכות לפעול עד לרמת הפרטים הקטנים בארגון, מתוך הבנה פרקטלית של "אפקט הפרפר" (ביטוי מתחום תורת הכאוס הממחיש מצב של תלות רגישה לתנאי התחלה, לפיו שינויים קטנים בתנאי ההתחלה של מערכת דינאמית א-ליניארית עשויים לגרום לשינויים גדולים בהתנהגות המערכת לאורך הזמן. המונח "אפקט הפרפר" הוטבע ע"י אדוארד לורנץ בעבודתו משנת 1963 בה טען כי "מטאורולוג אחד העיר כי אם התאוריה נכונה, נפנוף אחד של כנפי שחף עשוי לשנות את מהלך מזג האוויר לנצח". ובהמשך התפתח המשפט לכדי כותרת להרצאתו "האם נפנוף כנפי פרפר בברזיל עשוי לגרום לטורנדו בטקסס?", המאפשר לשינוי קטן, בתנאי ההתחלה. למשל בהעצמת תפקודו של פועל ייצור מסוים, ליצור שינוי גדול בהתנהלות הארגון, כמו שמשק כנפי פרפר בברזיל עשוי לגרום לטורנדו בטקסס ארה"ב.

היכולת של מנהל האיכות לראות את התהליכים במפעל לנתח את אופק האירועים (קשת האפשרויות שיכולות להתקיים במציאות), ולבחור בנתיב שיעצים את המפעל, מאפשרים לו חופש פעולה, ויכולת השפעה רבה מאוד. על מנהל האיכות לזכור, שאם יכולת השפעה כזאת מגיעה גם אחריות לפעול על פי ערכים שתואמים את התפקיד.

הגדרות

המבנה הכאוטי (תורת הכאוס)

מצב או תהליך מורכב ביותר שלא ניתן לתארו בצורה מתמטית אפקטיבית, תופעה שקשה לחזות את התפתחותה. תורת הכאוס מראה, כי גם במערכות פשוטות ודטרמיניסטיות יש מצבים בלתי ניתנים לחיזוי, כי לשם כך יש צורך בידיעת התנאים ההתחלתיים בדיוק על סופי. עבור תנועה שאינה כאוטית מסלולים קרובים יסטו ליניארית עם הזמן ובמקרה הכאוטי הסטייה תהיה אקספוננציאלית, תכונה זו ניתנת לניסוח מתמטי בעזרת אקספוננט ליאפונוב:

(1)

$$\lambda = \lim_{\substack{t \rightarrow \infty \\ |\Delta x_0| \rightarrow 0}} \frac{1}{t} \ln \left[\frac{|\Delta x(X_0, t)|}{|\Delta x_0|} \right]$$

Δx_0 - הוא המרחק ההתחלתי בין המסלול מקורי והמסלול שמתחיל עם הסטה קטנה

$\Delta x(X_0, t)$ - הוא המרחק בין המסלולים במהלך התנועה

עבור $0 < \lambda$ המערכת כאוטית, וככל ש- λ גדול יותר המערכת יותר כאוטית כלומר ניתן לחזות את התפתחותה לפרק זמן יותר קצר.

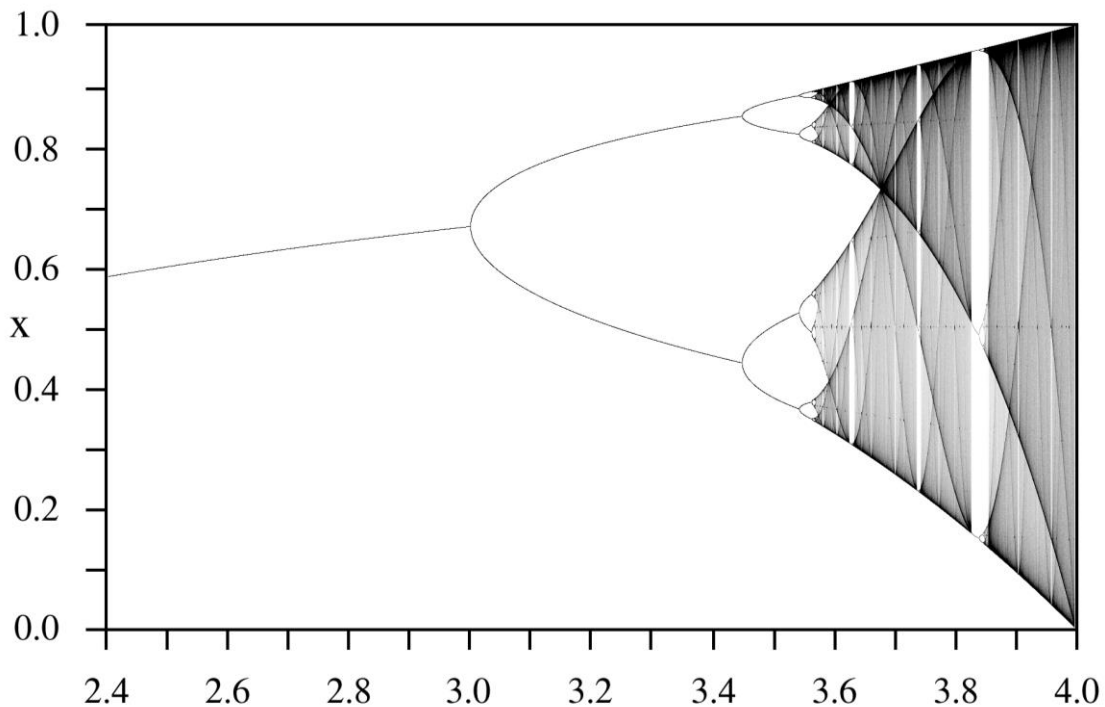
המפה הלוגיסטית (Logistic Map)

אחד המנגנונים המוכרים ביותר המציגים כאוס הוא זה המבוסס על המשוואה הלוגיסטית. משוואה לוגיסטית היא משוואה דיסקרטית רקורסיבית המאפשרת קבלת סדרת מספרים בתלות בתנאי ההתחלה, X_0 , בתלות בפרמטר המאפיין את המשוואה.

(2)

$$X_{n+1} = \lambda X_n (1 - X_n)$$

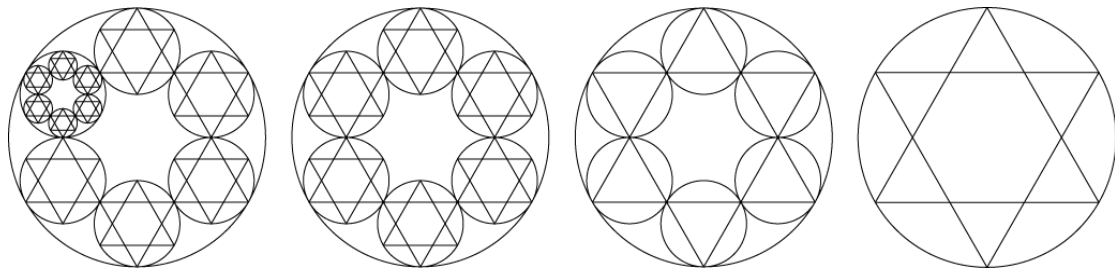
משוואה זו מייצגת את הדינמיקה של מערכות רבות ומפיקה סדרות של מספרים התלויים בתנאי התחלה, X_0 , ובגודלו של הפרמטר λ . הצגת ערכי הסדרה מייצגת את צורת ה"גל" המתקבלת במערכת. עבור ערכים קטנים של הפרמטר, הקטנים מ-3 למשל, ערכי הסדרה מתייצבים סביב ערך קבוע. עבור ערכי הפרמטר λ הגדולים מ-3, ערכי הסדרה המתקבלים, "קופצים" בין שני ערכים קבועים. תופעה זו ידועה כתופעת הכפלת המחזור, או מחזור 2. אם נמשיך להעלות את ערך הפרמטר λ , "יקפצו" ערכי הסדרה בין ארבע ערכים זאת לאחר תופעת המעבר. התפצלויות אלה נקראות ביפורקציות (bifurcations), והן ממשיכות להתקיים עד אשר מגיעים למצב של כאוס.



המבנה הפרקטלי

בשנת 1975 טבע המתמטיקאי בנואה מנדלברוט את המונח "פרקטל" לתיאור תופעות של דמיון עצמי שמופיעות בתחומים רבים. פרקטל הוא מבנה גאומטרי החוזר על עצמו בכל קנה מידה ללא סוף או התחלה. פרקטלים הם צורות מיוחדות בעלות דמיון עצמי – כל חלק שלהן דומה לשלם. אם נבחן פרקטל בזכוכית מגדלת נגלה את אותו דפוס חוזר על עצמו בקנה מידה יותר קטן או יותר גדול.

בתרשים הבא ניתן לראות שני משולשים הפוכים (מגן דוד) חסומים במעגל. זוהי מערכת המדמה מערכת בטבע. ניצור מעגלים נוספים סביב ששת המשולשים שנוצרים בפאות המגן דוד. נכפיל ונהפוך משולשים בהתאם, וקבלנו במעגל השלישי, מערכת פרקטלים של המעגל הראשון המכילה שישה יחידות זהות. כך ניתן לבצע על כל מעגל מששת המעגלים מערכת פרקטלית נוספת עד אין סוף. זוהי הדגמה פשוטה לקיום פרקטלים כמערכות על סופיות.



מושך פרקטלי

נהוג לחשוב שהתנהגות כאוטית הינה התנהגות בה יש אי סדר מוחלט, אולם אין זה כך, התנהגות כאוטית היא חסומה, כלומר מוגבלת לאירועים מסוימים, והמערכת שואפת למושך - אוסף יציב של מצבים. עד פיתוח תורת הכאוס המושכים היחידים הידועים היו התכנסות לנקודת שיווי משקל, התכנסות למסלול מחזורי, והתכנסות למסלול כמעט מחזורי. תורת הכאוס הוסיפה גם מושך מוזר, שהוא מסלול שהמערכת מתכנסת אליו, ואשר יש לו אופי פרקטלי.

אלמנט הגדילה וההתפתחות מתוך המפה הלוגיסטית

אם נתבונן על מערכת הגדילה המוצגת במפה הלוגיסטית נראה שמערכות אשר כושר הגדילה שלהם קטן מ-2 לאורך זמן לא יגלו צמיחה וסביר שרמת ההישרדות שלהן תגדל והן תגענה לחידלון ואילו מערכות שכושר הגדילה שלהן ינוע בין 3 ל-4 לאורך ציר הזמן ייהנו מצמיחה.

אזורי הכפלות, גדילה פרקטלית על סופית

הקסם מתרחש החל מ- $\lambda = 3$, בפיצול הראשון של מחזור 2. כבר שם נוצרת גדילה המנצלת את היכולת הפרקטלית. זהו אזור הקרוב לכאוטיות – סף הכאוס – המנצל את היכולת של המושך הפרקטלי לבצע על סוף הכפלות.

חציית סף הכאוס

היכולת לחצות את סף הכאוס מאפשרת להיכנס לאזור לא מוכר לא ידוע. אולם במרווחים בין אזורי הכאוס נוצרות הכפלות חדשות. אלו אזורים שרגישותם גבוהה ואפשר לכתובם "הרווחים שבכפלי הווילון" אלו אזורים שמאפשרים צמיחה מהירה והמושך הפרקטלי מצליח לייצר סדר חדש, סדר פרקטלי על סופי של הכפלות.

סינגולריות המערכת

ניתן לראות בדיאגרמת מנדלברוט שמתקיימת נקודה בגרף, שבה כל הקווים מתלכדים לכדי נקודה אחת. עד לאותה נקודה ההכפלות היו זוגיות או בחזקת 2, ואילו לאחר הנקודה הזאת ההכפלות הופכות להכפלות אי-זוגיות. נקודה מעניינת נוספת, היא שבקרבת הנקודה ההכפלות מתעצמות, וככל שמתרחקים מהנקודה ההכפלות קטנות. שתיים בצד השמאלי ואילו שלוש בצד הימני.

הנקודה הסינגולרית מחושבת על ידי השמה של שתי משוואות אחת אחרי השנייה זהות זו לזו.

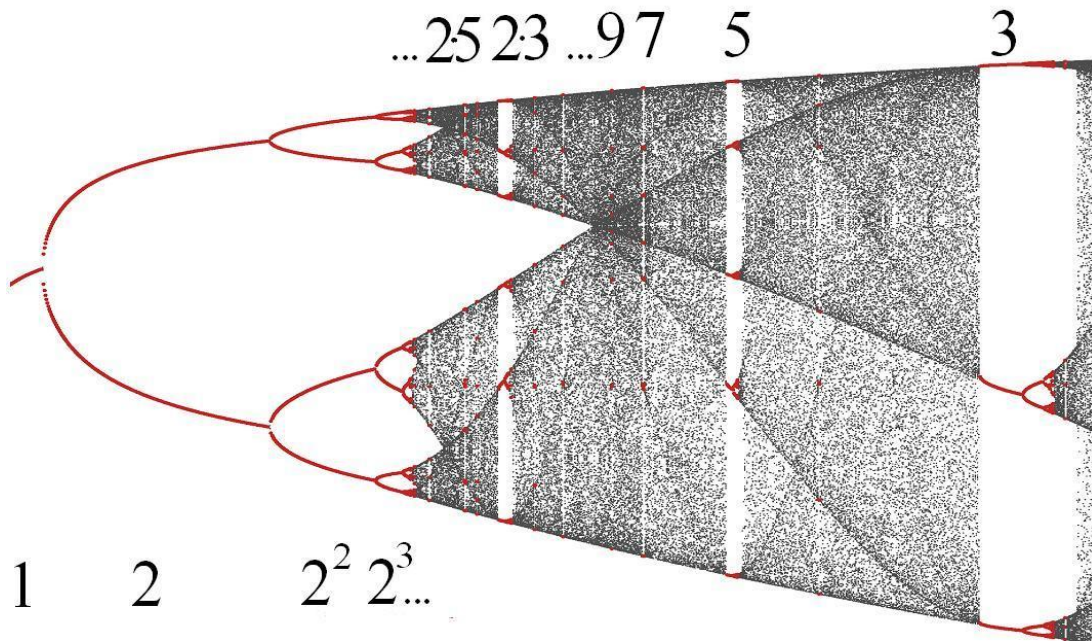
(3)

$$\frac{2}{3} \left(\sqrt[3]{19 + 3\sqrt{33}} + \sqrt[3]{19 + 3\sqrt{33}} + 1 \right)$$

הנקודה מחושבת על ידי 15 מקומות אחרי הנקודה: $\lambda = 3.67857351042832$

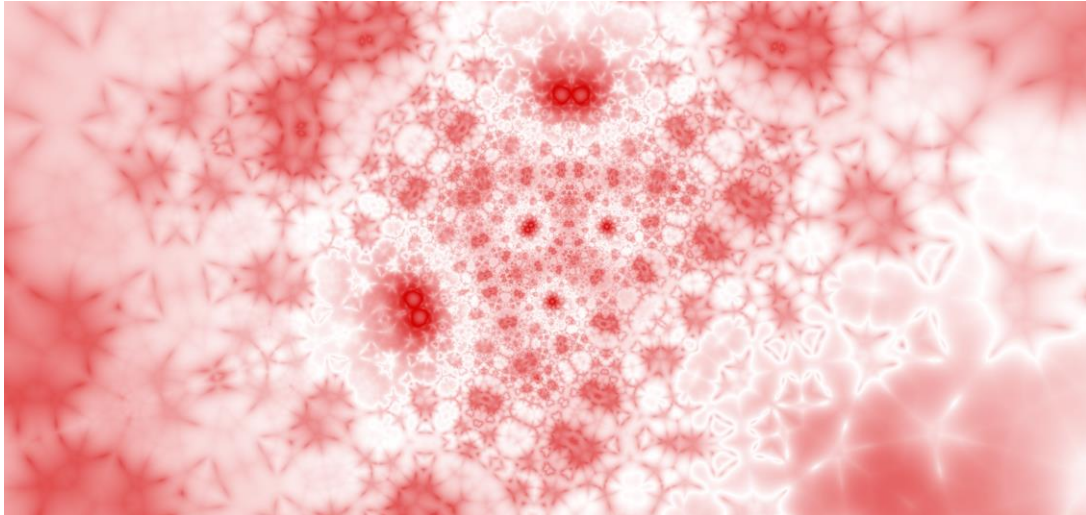
מחסום ה-4

האם באמת מתקיים מחסום $\lambda > 4$ כפי שניתן ללמוד מהגרף של המשוואה הלוגיסטית? על פניו מתקיימת הפונקציה $\lambda < 4$ ולא ניתן לייצר המשך לפונקציה זו מעבר לנקודה זו. אולם אין הדבר נכון. הסתכלות מעמיקה בגרף מאפשרת לראות את המשך הגרף ב"קפלים של הווילון" אותם הזכרנו קודם, ברווחים בתוך אזור הכאוס, כלומר שהפונקציה מתקיימת בממד אחר של λ , ממד ההכפלות. אלו הם מעיין קיפולים של הארגומנט λ במרחב הכאוטי. צורת התייחסות זו להמשך הגרף דורשת שינוי פרספקטיבה של המתבונן הרגיל לראות בצורה ליניארית אליה הוא הורגל ודורשת ממנו לעבור להתבוננות אחרת. בהבנה זו אכן מתקיים מחסום ה-4 כי המתבונן נדרש לסגל התבוננות חדשה על מנת לראות את המשך הגרף ואת הפוטנציאל הטמון בפרקטליות של המערכת. זוהי התבוננות בין ממדית. הגרף על פניו מראה ארבע ממדים 1-4 ולכאורה נעצר שם. אולם מבט בין הממד השלישי לרביעי מגלה כי קיימים ממדים נוספים חבויים בין שני ממדים אלו. וכאשר אנחנו נכנסים לרזולוציות של ממדים חדשים אלו אנחנו מגלים שהם על סופיים, שההכפלות הן על סופיות, פרקטליות במהותן. התנועה היא תנועה מארבע ממדים ברורים סגורים לממדים נוספים פתוחים במהותם על סופיים המאפשרים חקירה חדשה.



תנועה בין הממדים

התנועה בין הממדים הינה תנועה מעודנת. היא דורשת לשחרר את מה שאנחנו יודעים על הממדים הידועים, ולהקשיב למרווחים לדקויות ולאיכויות שבין הממדים 3 ל-4. כאשר מקשיבים לרווחים אלו מגלים עולם שלם, הנע בין כאוס מוחלט לבין סדר על סופי של פרקטלים גאומטריים מהממים ביופיים.



תמונה שנוצרה בעזרת תוכנת Fractal Lab ליצירת מרחבים פרקטלים על ידי נוסחת Ducks, כחלק מעבודה על מאמר זה (09/2015).

הארגון כפרקטל והמעבר לניהול תהליכים

ניתן להסתכל על מערכת ארגונית כמערכת פרקטלית שהמושכים בה הם, העובדים, המחלקות, דרגי הניהול, הארגון, הסביבה העסקית המגזרית והסביבה העסקית הגלובלית. במערכת מורכבת שכזו נרצה להגיע לגדילה על ידי כך ש"ננצלי" את הפרקטליות לטובתנו, וניצור התפתחות על סופית של הארגון ושל העובדים.

במציאות עסקית מורכבת כדי להתמודד עם הדרישות בסביבה הכאוטית המשתנה תדיר של הארגון, נדרשת תפיסת ניהול המתייחסת לידע האישי ולהתפתחותו האישית של כל עובד, המאפשרת לארגון לגלות גמישות ולהתמודד עם השינויים. תפיסה ניהולית זו מאפשרת לעובד לנצל את הידע האישי לכדי הפעלה עצמית של הידע, ופתרון בעיות בצורה יצירתית בתוך תהליכי העבודה. במקביל נדרשת הבנה, שתהליכים אלו כדאי שיוטמעו חזרה אל המערכת הארגונית, ויצרו אינטגרציה עם שאר העובדים, הפרקטלים.

עובד ידע המהווה מושך פרקטלי

השינוי הגדול בתפיסה, מגיע משחרור הידע ברמתו של המנהל, ושינוי תפקידו לכדי מוביל תהליכים ארגוניים ואחראי על סנכרון המשאבים, ולא כבעל הידע. העובד לאומת זאת, אחרי יצירתו על הידע, על השותפות בתהליכי העבודה, על העדכון וההתעדכנות במידע הארגוני. תצורה זו הופכת את העובד לפרקטל בארגון, ומאפשרת לו עצמאות ואחריות על החלק שלו בתהליך.

המסקנה המתבקשת מתהליכים התפתחותיים אלו היא שינוי פרדיגמות חשיבה בתצורת הניהול הקיימת, בה אנו מנהלים עובדים, ומעבר לניהול תהליכים וסנכרון בין העובדים. מעבר זה יאפשר לעובד לקבל אחריות אישית על הידע הדרוש לתפקידו בתהליך. הדבר יהפוך את העובד ליחידה פרקטלית עצמאית שתתרום לארגון ותיתרם על ידיו. עובד כזה מהווה מושך פרקטלי למערכת כולה, ומעצם קיומו מהווה השראה לשאר העובדים ולארגון. ככל שיותר עובדים יהפכו למושכים פרקטלים בארגון יתעצם הארגון ויפיק מכך גדילה והתפתחות ללא תקרת זכוכית, בדיוק כפי שיותר הכפלות מקרבות את המערכת במפה הלוגיסטית לנקודה הסינגולרית.

מערכת ארגונית כזו המאפשרת ומבינה את המבנה הפרקטלי ואת היתרונות שלו, מעצימה את הפרטים בתוכה מתפתחת בקצב מואץ. מערכת כזו גמישה יותר, דינמית יותר ובעלת יכולת תגובה, מהירה ואפקטיבית לשינויים.

"מבנה היררכי, פונקציונאלי של ארגון, שם דגש על חלוקה מקצועית של פעילויות הארגון (מחלקות שיווק, כספים, משאבי אנוש, ייצור ועוד) ועל ניהול מקצועי של כל פעילות. חלוקה פונקציונלית שכזו נדרשת על מנת להפיק פתרון מערכתי המורכב מעולמות תוכן שונים (Mintzberg, 1979). אלא שעולמות תוכן שונים דורשים שפות מקצועיות ייחודיות ופעילויות ספציפיות המותאמות לפונקציות ספציפיות. הנחת היסוד במצב שכזה היא שיש צורך באינטראקציות אינטנסיביות בין מנהלים מפונקציות שונות כדי לבצע אינטגרציה מהירה של הידע ולהגיע להחלטות מערכתיות מהירות (1993 Checkl).

ניתן להניח, אם כך, כי בארגונים בעלי מבנה פונקציונאלי, המנהלים ינסו לשלוט בביצוע תהליכי העבודה ובידע שנוצר בהם תוך "העלאת" הידע במעלה ההיררכיה עד לאותם רמות ניהוליות היכולות לכאורה, לסנכרן את כל סוגי הידע של העובדים במחלקות השונות בעלות הפונקציות השונות. אך בכך טוען (Alvesson 2001) תרמו דווקא לעיכוב ביישום פתרון מהיר ומידי. תהליך העברת הידע בין עובדים בארגון פונקציונאלי אינו מותאם למציאות הדינמית מאחר ותהליך זה דורש העלאת המידע כלפי מעלה, מה שמצריך זמן, יצירת מוטיבציה בקרב העובדים, ושמירה על נכונות להפצת ידע אישי בין "אחרים", ואינו מאפשר פיתוח "חדשנות" ומימוש הידע האישי של העובד מיד כשעולה הצורך (Bhatt, 2002). (מתוך מאמר מאת ד"ר אלון הסגל - מניהול אנשים לניהול תהליכים, 2012)

תיאור זה של מבנה היררכי מתוך עבודתו של ד"ר אלון הסגל מדגיש את הבעייתיות בתצורת הניהול ההיררכית, ומדגישה את זרימת המידע המסובכת והמורכבת במבנה זה. לעומת זאת בתצורה של ארגון פרקטלי, העובדים בכל מחלקה או קבוצת עבודה, ימצאו פתרונות יצירתיים מתוך הידע שלהם לשיפור או פתרון בעיות בתהליך העבודה. זרימת המידע תעשה מתוך מקום שמבין את המשמעות של שיתוף המידע עם הארגון ועם עובדים אחרים. מערכת כזו מעודדת חדשנות, ומעודדת התפתחות של הפרט. בתמורה מקבל הארגון מהפרט שייכות גבוהה יותר אפשרות סנכרון ניהולי גדול יותר והזנה חוזרת של ידע לתוך הארגון.

כיום נשען העובד על הזנה חיצונית שמגיעה מדרגי הניהול, "יש בעיה נפנה למנהל... ", ואילו במבנה הפרקטלי העובד עצמאי יותר. מצד אחד באפשרותו ליזום מתוך הידע הנמצא ברשותו, ומהצד השני תורם יותר לאחדותיות של הארגון על ידי הזרמת המידע חזרה לארגון.

ערעור המערכת הקיימת מאפשרת לארגון להתפתח

ליצירת המעבר למערכת ארגונית פרקטלית נדרש ערעור המערכת מבפנים. עבור ארגון שינוי הוא דבר לא פשוט. המנהלים ירצו לשמר מצב קיים והעובדים לא יאמינו בשינוי שהוא אפשרי. לכן תפקידו של מנהל האיכות לייצר את השינוי התודעתי בארגון על ידי יצירת תנאים נכונים בקרב ההנהלה והעובדים. זוהי דוגמה אישית והחדרת שינוי תודעתי ערכי ותפעולי שבעקבותיו יוכלו המנהלים לחפש אחר עובדים שאותם הם יעצימו ויהפכו לעובדי ידע. עובדי ידע אלו יהפכו ליחידות פרקטליות, מושכים פרקטלים שיגרמו לשינוי הנדרש בצמיחת הארגון ובניהול הידע שלו.

דוגמה לפעולה שכזו על ידי זיהוי עובד שמתפקד באירוע מסוים עצמאית ונותן פתרון לבעיה מתוך הידע שלו ובכך מתפקד כפרקטל, תאפשר למנהל האיכות להעצים את האירוע ולהביאו עד להנהלה. העצמה של אירוע כזה תאפשר לעובדים אחרים לפעול בצורה דומה ולמנהלים להבין את הפוטנציאל הגלום במהלך שכזה.

כפי שראינו במפה הלוגיסטית לפעמים כדי להגיע להכפלות פרקטליות ולצמיחה פרקטלית של הארגון נדרש לחצות את סף הכאוס ולהיכנס לאזורי כאוס, אולם אין לחשוש ממצבים כאלו כי כעת אנו מבינים שמצדו השני של האזור הכאוטי מצויה התפתחות פרקטלית המהווה עליית מדרגה עבור הארגון והעובד עצמו. לכן לפעמים העצמה של עובד, נראית מאיימת ודורשת מאמץ והשקעה כספית ואנושית, אולם שכרו של הארגון מובטח. ככל שעובדיו יתפתחו יפיק מכך הארגון תועלת ויתפתח אף הוא.

מערכת הפצת הידע בארגון

התפתחותו של ארגון כמערכת פרקטלית יצליח רק אם מערכות המידע יתמכו באינטגרציה בין מקורות הידע לבין יכולות היישום שלהם על ידי כל אחד מהעובדים. מהלך כזה מאפשר חשיפת הידע הסמוי לגלוי, והפיכת הליבה של הארגון לדינמית וגמישה. גמישות זו תאפשר לארגון לתפקד בסביבה דינמית של היום. הביזוריות של הידע בידי העובדים תאפשר לארגון את הגמישות ואת מתן הפתרונות בזמן אמת. מודל "המערכות-המורכבות-המסתגלות" (CAS – Complex Adaptive Systems) ממחיש דרך לניהול תהליכים מבוזרים אך אינטגרטיביים בארגון. מערכות אלו נעזרות במשוב חוזר, ובתת מערכות הנקראות "המבנה הפרקטלי", והן מאופיינות בעצמאות של כל תת מערכת. מערכות אלו מאפשרות עבודה בתהליכים של אי וודאות וביצוע אינטגרציה בין תתי המערכות. כלומר עובדים וקבוצות המתפקדים כתת מערכות מסתגלות, פועלים עצמאית ומשתפים פעולה בהתאם לצורך המידי של התהליך והארגון.

שיטת העבודה בארגון המורכב מחייבת כל עובד-ידע, פרקטל, להיות עצמאי בתחומו מחד, ומהצד השני ליצור אינטגרציה עם פרקטלים אחרים על מנת להתעדכן בידע. תהליך האינטגרציה במערכות מורכבות אינו נפרד מתהליך יצירת הידע. הידע אינו יכול להיווצר בלי אינטגרציה. הידע השייך לעובד, חסר ערך אם הוא לא מוחזר בתהליך האינטגרציה לארגון ולידיעת העובדים האחרים. בארגון מורכב אין משמעות לפעולה בודדת של תת מערכת, כיוון שתנועת המערכת כולה נוצרת מתנועתם של כל תת המערכות הפרקטליות ביחד. אולם לאורך זמן פעולה של תת מערכת יכולה לשנות את המערכת כולה, לכן על המנהלים בארגון המורכב לדאוג לשמירה על ערכי היסוד של הארגון, סדרי עדיפויות, אינטגרציה בתהליך העבודה התואם את חזון הארגון ובהפצת הידע לכלל הארגון ועובדיו. המנהלים אחראים לניהול המשאבים, לביצוע האינטגרציה, לתיאום בין המשאבים כגון חומרי גלם, מכונות ומידע.

המבנה הפרקטלי משתמש בחזון ובערכים המהווים קבוע בעבור הארגון ופרטיו

ארגון פרקטלי יוצר את האינטגרציה בין הפרקטלים על ידי יצירת תכלית משותפת או במילים אחרות חזון וערכים, אשר מהווים את הקבוע במשוואה הפרקטלית. המבנה הפרקטלי מורכב ממשוואה שיוצרת דפוס התנהגות אינטגרטיבי המתחיל בקבוע ובמושך המוזר עד שלאורך הזמן מתבצעת התפתחות של הארגון.

(4)

$$Z \rightarrow Z^2 + C$$

Z נהפך ל Z^2 בריבוע $C+$ וממשיך להכפיל את עצמו ולגדול במבנה פרקטלי בכל פעם שנוצר מכפלה ריבועית מה ששומר על האינטגרציה של המבנה הפרקטלי בלי לפגוע בגדילה שלו. (Janne Raye, 2012)

בארגונים פרקטלים Z מייצג כל עובד ידע ומהווה המשתנה של המשוואה ואילו Z בריבוע מהווה העצמה של העובד והכרה ביכולת שלו. C מייצג את הקבוע את החזון של הארגון ואת ערכיו המהווים עוגן ליציבות המבנה הפרקטלי בזמן שהעובדים גדלים ומתעצמים.

כל מבנה פרקטלי חייב להתחיל עם מושך מוזר, בדיוק כמו שכל ארגון חייב להכיל חזון משותף וערכים אשר מהווים מצפן עבור העובדים וההנהלה. חזון משותף יוצר בקרב העובדים תחושת שייכות שמאפשרת את לקיחת האחריות על

עבודתם ועל התקשורת שלהם עם הארגון ועם עובדים אחרים. פטר סנג' כתב בעבודתו שחזון מהווה הצעד הראשון המאפשר לאנשים שאינם סומכים על חבריהם לעבוד ביחד. (Senge, 1990, 208).

ארגונים ומנהלים אשר לא ישכילו לקבוע חזון משותף לארגון, לבזר ידע ולתת לעובד עצמאות תחת מערכת פרקטלית ויכולו אמצעי שליטה, וקביעת מטרות מלמעלה ללא מרווח תנועה לעובד, יגרמו לעובד לחוש תסכול מהמערכת, ופניה כנגדה בתצורה של חוסר רצון לתת מעצמו לארגון כפי שכותב ד"ר אלון הסגל - מניהול אנשים לניהול תהליכים (2012):

"מנהלים שראו את תפקידם כמייצרי פתרונות מהירים לא יכלו לאפשר ניהול אינטגרטיבי ומבוזר של תהליכי העבודה, אלא דגלו בהחלת אמצעי שליטה בדרך של קביעת מטרות "מלמעלה", שליטה על כל שלב בביצוע תכנית העבודה ללא מרווח פעולה לעובדים. גרוע מכך, ללא מתן אפשרות לעובד להשפיע על התהליך וללא קרדיט ליכולתו המומחית של העובד. עובדים שלא קיבלו קרדיט לידע שלהם, התפתחו לעובדים שלא הסכימו לקחת חלק אקטיבי בהעברת ידע. עובדים אלו ניתקו את עצמם מהשותפות בתהליך האינטגרציה, הפסיקו לעדכן את הממונים, והשליכו את האחריות לביצוע וניהול התהליכים, המשאבים והידע על מנהליהם. מנהלים שחוו התנהגות מנוכרת של עובדים הרגישו, קרוב לוודאי, צורך לקחת על עצמם את כל האחריות. מנהלי ארגון הטכנולוגיה וארגון התעופה לא הסתפקו רק בשליטה על תהליכים, אלא רצו גם לשלוט בידע, וגם בביצוע הפעילות השוטפות. בארגונים אלה הן העובדים והן המנהלים היו חסרי שביעות רצון מהדרך שבו מופץ הידע, מעדכונו, ומהדרך שבה נוצל הידע."

גישה בלתי אישית, מפתח להעצמת הידע המשותף לעובדים ולארגון

המבנה הפרקטלי החוזר באלמנטים בטבע כמו קו החוף, פרחים, צמחים, בעלי חיים או אפילו גלקסיות מצביע על זרימת המידע במבנה ההיררכי של חומר ואנרגיה. המבנה הפרקטלי תלוי בהכפלות ובמשוב חוזר על מנת להבטיח את המשך הגדילה וההתפתחות. בארגון אנושי שמירה על המבנה הפרקטלי מחייב תקשורת בין כל חלקי הארגון, העובדים, המנהלים באופן דו כיווני וגם בין המנהלים עצמם ובין העובדים עצמם. זאת תקשורת מסוג חדש, שאינה רואה את המבנה ההיררכי והפרט שיוצר את המידע כבעלי חשיבות, אלא מפנה חשיבות אל המידע בלבד. זאת גישה בלתי אישית למידע וידע.

המבנה הגאומטרי של הארגון מצביע על זרימת המידע והעל היכולת של הארגון להתנהל ולהתפתח

רעיון חדשני נוסף הוא לבחון את הארגון לפי המבנה הגאומטרי שלו, ולא לפי כמה "טוב" העובד או המנהל, ומה רמת התאימות לתפקיד, והאם האישיות שלהם עונה להגדרות המשרה. במקום גישה זו יש להתמקד במבנה של הארגון וליצור בו דינמיקה וערוצי תקשורת, שיאפשרו לקלוט את כל העובדים והמנהלים כאחד, וליצור מהם גוף דינמי וגמיש אחד. ליצירת השינוי נחוצים מבנים חדשים שיאפשרו להחליף פרספקטיבה ולבטל את תקרת הזכוכית שהגענו אליה בארגונים שנבנו בעשרות השנים האחרונות והסתמכו על מבנה היררכי. הרבה ארגונים בוחרים כיום "לשטח" את המבנה שלהם על מנת להקטין בירוקרטיה ודרגה ביניים.

אם ניקח מפעל יצרני נוכל לסדר את הארגון במבנה של מעגל, כאשר במרכז נמצאת ההנהלה שמחליטה על הנושאים הגדולים ורואה את התמונה הגדולה. בשולי המעגל נמצאים בעלי התפקידים שצריכים לפגוש לקוחות, ספקים, שותפים, והם זקוקים ליכולת החלטה בזמן אמת על מנת לקיים את התפקיד שלהם. בטבעת המרכזית בין ההנהלה לנוטני השרות נמצאים עובדי הייצור אשר ניוונים ממידע ממרכז המעגל וגם מקצותיו, ובין לבין נמצאים מנהלים שתפקידם ליצור את האינטגרציה ואת זרימת המידע מבפנים החוצה והחוצ פנימה.

"The first fractal "org chart" that I imagined resembled the Milky Way galaxy."
(Benoit Mandelbrot, the father of fractal geometry 1982.)

ארגון פרקטלי מאפשר התפתחות וגדילה מעצם הגמישות הגדולה ויכולת הסידור העצמי הטבעי בו

ארגונים פרקטלים הרבה יותר כאוטים, ומתוך כך הם פתוחים יותר וגמישים יותר לשינויים בסביבה העסקית, המקנה להם יכולת סידור עצמית. קבוצות קצה בארגון יבצעו פעולות יומיומיות, כולל לקיחת החלטות הקשורות לפעילותם השוטפת, ללא אישור מההנהלה הראשית. רעיון זה מנוגד לתפיסה של מערכת היררכית שבמרכזה עמד הכוח והיכולת להחליט החלטות כמקור לשליטה. ארגונים פרקטלים מאפשרים גדילה והתרחבות, מתוך עצם הקיום של המבנה הארגוני, והיכולת שלו לגדול, ולשמר את המבנה העצמי שלו. ניתן לראות זאת כמו שעץ שמגדל ענפים וזרדים ועלים ותתי עלים... כך גם הארגון הפרקטלי מסוגל לפצל מחלקה להוסיף ענפים, ולאפשר לעובדים לקחת אחריות נוספת, ובכך להתפתח ולגדול ברמה האישית והארגונית.

לולאות מידע חוזר הבסיס למבנה הפרקטלי

מערכת ארגונית פרקטלית מאפשרת הזנה חוזרת של מידע (Feedback) מהמעגל החיצוני של נותני השרות השונים בארגון, (אנשי מכירות, רכש, לוגיסטיקה) למרכז, בו מצויה ההנהלה הראשית. מבנה כזה מאפשר להעצים את עובדי השרות ולקבל מידע חוזר (Feedback) מהימן יותר לניהול העסק על ידי ההנהלה הראשית. המידע החוזר מאפשר הקטנת אי הוודאות והגדלת הפרספקטיבה של מי שמצוי בלולאת המידע החוזר (Feedback loop). הגדלת הפרספקטיבה של העובדים המצויים בלולאות המידע החוזר יוצרות עבורם תחושת שייכות גדולה יותר לארגון, ובכך נוצרת הזנה פרקטלית בין ההנהלה לבין עובדיה המצויים בקו החזית של העסק אל מול הלקוחות הספקים והשותפים העסקיים.

אז מתרחש הקסם. אז פועלת המערכת הפרקטלית בתנועה מעריכית, מתעצמת ומתפתחת בעל סוף.

מקורות

מאמרים

1. דיין, ד' - כאוס מעשי - מעגל ציזאה (2013), פרויקט מסכם לתואר בוגר במדעים (B.Sc) במתמטיקה שימושית.
2. הסגל א' - מניהול אנשים לניהול תהליכים (2012)
3. Chan S' Complex Adaptive Systems ESD.83 Research Seminar in Engineering Systems October 31, 2001/November 6, 2001
4. Julien C. Sprott (8/1/2000) Strange Attractors: Creating Patterns in Chaos
5. Morris W. Hirsch, Stephen Smale, Robert L. Devaney (2003) - differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos
6. Ombach J', Cracow, Poland ombach@im.uj.edu.pl October 8, 1999 The logistic map revisited
7. Raye J' (Petaluma, CA 2012) Fractal Organization Theory
8. Richard O' Riordan, Patrick Hurley, and Eoin Mulholland - into the Feigenbaum Diagram (2004)
9. Rudzki, R. E. J. (2008) Managing in the 21st century – the rise of Fractal Process Management (FPM).

אתרים

1. <http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/physics> - מכון ויצמן למדע
2. <http://hirnsohle.de/test/fractalLab/> - תוכנה ליצירת פרקטלים בתלת ממד ובדו ממד
3. <https://www.youtube.com/watch?v=a8WBA8OY3B4> - בנואה מנדלברוט : פרקטלים ואומנות החספוס
4. <http://www.learner.org/courses/mathilluminated/units/13/textbook/06.php> - המפה הלוגיסטית
5. fractal explorer - http://www.wahl.org/fe/HTML_version/link/foreword.htm
6. Algorithmic worlds - Artworks by Samuel Monnier - <http://www.algorithmic-worlds.net/>
7. <http://sub.blue/> - עבודות פרקטליות של תום בדרד
8. Fractal Science Kit - Fractal Generator - <http://www.fractalsciencekit.com/index.htm>
9. Chaos Theory - <https://universe-review.ca/R01-09-chaos.htm>
10. Nassim Hamein: Sacred Geometry And Unified Fields - <https://www.youtube.com/watch?v=mFTMiVs4VhY>