

## توسعه و مقایسه دو روش خوشه بندی و آزمون نسبت درست‌نمایی برای برآورد نقاط تغییر

### چندگانه در پایش پروفایل خطی ساده

مهران مهتابی<sup>1</sup>، محمد ژاله چیان<sup>2</sup>، مینا خزایی پول<sup>3</sup>، یاسر صمیمی<sup>4</sup>

<sup>1</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ mehran\_mahtabi@ymail.com

<sup>2</sup>دانشجوی کارشناسی، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ p.zhalechian@gmail.com

<sup>3</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علوم اقتصادی تهران؛ minakhazaei@gmail.com

<sup>4</sup>استادیار، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ y\_samimi@kntu.ac.ir

### چکیده

شناسایی تغییر در پارامترهای فرایند از مسائل حائز اهمیت در کنترل فرایند آماری به شمار می‌رود؛ چرا که ارائه اطلاعات دقیق در خصوص زمان و الگوی تغییر در پارامترهای فرایند، اقدامات اصلاحی موثرتر را بدنبال خواهد داشت. به طور کلی، مطالعاتی که در زمینه برآورد نقطه تغییر انجام شده است عمدتاً موضوع تغییرات انفرادی پارامترها را مورد بررسی قرار داده‌اند در حالی که یک هشدار در نمودار کنترل ممکن است متأثر از چندین تغییر باشد. از سوی دیگر، بویژه طی سال‌های اخیر تحقیقات متعدد به بررسی مواردی می‌پردازند که عملکرد فرایند از طریق تحلیل رابطه تابعی بین یک متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل به شکل مناسبتری قابل توصیف است. چنین تابعی تحت عنوان پروفایل شناخته می‌شود. مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه شناسایی نقطه تغییر در پایش پروفایل‌ها نشان می‌دهد تا این زمان موضوع تغییرات چندگانه در این زمینه مورد بررسی قرار نگرفته است. در این پژوهش دو روش جهت کشف تعداد و برآورد زمان تغییرات چندگانه در زمینه پایش پروفایل خطی ساده ارائه می‌شود. روش اول از ایده خوشه بندی پروفایل‌ها در طول زمان نشأت گرفته و روش دوم بر اساس بکارگیری مکرر آزمون نسبت درست‌نمایی توسعه یافته است. عملکرد روشهای مذکور با استفاده از شبیه سازی در وضعیت تغییر چندگانه و برای حالت‌های گوناگون شیفت در پارامترهای رابطه پروفایل خطی ساده مورد مقایسه قرار گرفته و میزان موفقیت هر روش در کشف تعداد تغییرات به همراه میزان دقت آن در برآورد مکان تغییرات مورد ارزیابی واقع شده است.

**کلمات کلیدی:** کنترل فرایند آماری، نقاط تغییر چندگانه، آزمون نسبت درست‌نمایی، خوشه بندی، پروفایل خطی ساده

## Estimation of Multiple Change-points in Monitoring Simple Linear Profiles

M. Mahtabi<sup>1</sup>, M.Zhalechian<sup>2</sup>, M.Khazaeipoul<sup>3</sup>, Y. Samimi<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Department of Industrial Engineering, KN Toosi University of Technology

<sup>3</sup>Department of Economics, Tehran University of Economic Sciences

### ABSTRACT

Detection of change points in process parameters is a very important problem of statistical process control (SPC), and provides more effective clues for root-cause analysis and consecutive corrective actions. The relevant studies of SPC deal frequently with solely a single shift, whereas an out-of-control condition may be caused by multiple changes occurred over different times. On the other hand, recently, the issue of profile monitoring in which quality of a process is asserted via a functional relationship between a dependent and a number of explanatory variables has attracted a great deal of attention. This gap became the initiating idea of this research and two algorithms have been extended for estimation of the number as well as location of multiple change points in monitoring a simple linear profile. A clustering based method and an iterative procedure using likelihood ratio test are two effective methods which are investigated in this paper. Extensive simulation scenarios were devised to compare and report the performance of the aforementioned methods.

### KEYWORDS

نویسنده مسئول، نشانی: تهران، میدان ونک، خیابان ملاصدرا، خیابان پردیس، شماره 7، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تلفن: 021-84063340، نمابر: