

## مشارکت‌های استاد ارقامی در آمار و احتمال فازی

سید محمود طاهری

دانشگاه تهران، دانشکده فنی

### چکیده

نخستین مطالعات در حوزه آمار و احتمال فازی در ایران به حدود ربع قرن قبل (ابتدای دهه هفتاد شمسی) باز می‌گردد. استاد مرحوم دکتر ناصررضا ارقامی نقش ویژه‌ای در آغاز و تداوم این مطالعات داشتند. در این مختصر، تاثیر ایشان را در تحقیقات علمی مرتبط با آمار و احتمال فازی شرح می‌دهیم، به مقالات ایشان در این زمینه اشاره می‌کنیم و همچنین به نقش استاد ارقامی در زمینه‌های آموزشی و ترویجی آمار و احتمال فازی می‌پردازیم. سرانجام به فعالیت‌های علمی و اجرایی ایشان در انجمن سیستم‌های فازی ایران اشاره می‌کنیم.

### ۱ سرآغاز

نظریه و کاربرد سیستم‌های فازی، به وسیله دانشمند ایرانی‌تبار مرحوم پروفسور لطفی عسگرزاده، نامدار به زاده، (۱۲۹۹-۱۳۹۶ ه.ش، ۱۹۲۱-۲۰۱۷ م.) در سال ۱۳۴۳ ه.ش. (۱۹۶۵ م.) معرفی شد، [۱۸].<sup>۲</sup> این نظریه سال‌ها در ایران تقریباً ناشناخته بود. توجه جدی به این نظریه در ایران، به

<sup>۲</sup> برای "سال‌شمار زندگی پروفسور زاده" و "زندگی‌نامه کوتاه پروفسور زاده" به سایت انجمن سیستم‌های فازی ایران به نشانی [www.fuzzy.ir](http://www.fuzzy.ir) مراجعه کنید. نیز خبرنامه پاییز و زمستان ۱۳۹۴ انجمن سیستم‌های فازی ایران (به همان نشانی)، یا خبرنامه بهار ۱۳۹۷ انجمن ریاضی ایران به نشانی [fa.ims.ir](http://fa.ims.ir) را ببینید.

دهه شصت (ه.ش.) باز می‌گردد. در آن زمان دو جریان علمی در دانشگاه تهران (دانشکده فنی) و دانشگاه شهید باهنر کرمان پا گرفت، که اولی بیشتر در حوزه‌های فنی-مهندسی و دومی بیشتر در حوزه‌های ریاضیات و منطق فازی بود. البته در برخی دانشگاه‌های دیگر نیز مانند دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه شیراز و دانشگاه صنعتی شریف فعالیت‌های علمی توسط برخی اساتید در حوزه سیستم‌های فازی آغاز شده بود. در این زمینه تعدادی مقاله مروری/ترویجی/ترجمه‌ای نیز منتشر شده بود و چند پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد به رشته تحریر درآمده بود.

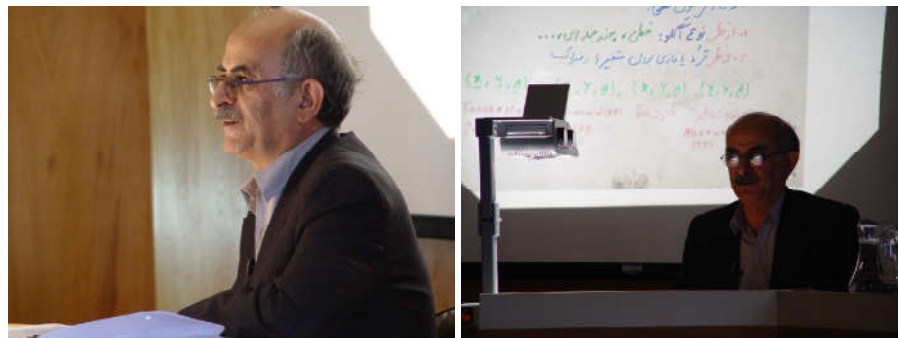
مطالعات در حوزه آمار و احتمال فازی در ایران، از اوایل دهه هفتاد شروع شد. در این یادداشت کوتاه، به نقش استاد مرحوم دکتر ارقامی (۱۳۲۸-۱۳۹۶ ه.ش.) در این زمینه می‌پردازیم. آنچه در پی می‌آید، مبتنی بر مستندات در دسترس و چاپ‌شده است. آشکارست که نقش غیرمستقیم و پوشیده‌استاد ارقامی در بسیاری از زمینه‌ها از جمله آمار و احتمال فازی بیش از اینهاست.

## ۲ مقالات و سخنرانی‌ها در همایش‌ها

نخستین سخنرانی دکتر ارقامی در زمینه آمار و احتمال فازی، در همایش زیر صورت گرفت:

نخستین سمینار مجموعه‌های مشکک و کاربرد آن (دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۷۲)

عنوان سخنرانی، ”مروری بر رگرسیون فازی“ بود. متن مقاله ایشان که به صورت دست‌نویس و هجده صفحه بود در گزارش سمینار چاپ شد، [۱]. سمینار فوق، شاید اولین همایشی بود که در آن تعداد چشم‌گیری از اساتید و پژوهشگران هر دو حوزه نظری و کاربردی سیستم‌های فازی شرکت داشتند. از جمله بجاست به اساتید مرحوم دکتر کارولوکس و دکتر محمدعلی پورعبدا... اشاره کنم. گفتنی است که در حاشیه سمینار نشست درباره معادلیابی برای واژه فازی برگزار شد. در این نشست، دکتر پورعبدا... واژه شولا، دکتر ارقامی واژه تار، و دکتر ماشین‌چی واژه مشکک را به عنوان معادل‌هایی برای واژه فازی پیشنهاد دادند. این سخنرانی، به صورت بروزشده، در دومین کارگاه آمار و احتمال فازی (دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۲ و ۲۳ اسفند ۱۳۸۶) مجدداً توسط ایشان ارائه گردید (شکل‌های ۱ و ۲) و سپس نسخه تکمیل‌شده آن در شماره ۲۳ اندیشه آماری (نشریه انجمن آمار ایران) به چاپ رسید، [۱۲].



شکل ۱: سخنرانی دکتر ارقامی در دومین کارگاه آمار و احتمال فازی



شکل ۲: جمعی از شرکت‌کنندگان در دومین کارگاه آمار و احتمال فازی

همچنین، ایشان در چهار مقاله دیگر کنفرانسی مشارکت داشتند. اولین آنها، مقاله [۹] بود که در نخستین کنفرانس آمار ایران ارائه شد. در این مقاله، موضوع احتمال پیشامدهای فازی طبق رویکرد اول بیگر، رویکرد کلمنت و رویکرد دوم بیگر بررسی شده است. دیگری، مقاله [۳] بود که در آن یک قضیه حد مرکزی برای متغیرهای تصادفی فازی بررسی شده است. سه دیگر، مقاله [۶]

است که در این مقاله رگرسیون فازی بازه‌ای-مقدار مبتنی بر ملاک کمترین مربعات خطا بررسی شده است. و سرانجام، به مقاله [۱۴] اشاره می‌کنیم که در کنفرانس تخصصی IEEE در سیستم‌های فازی ارائه شد و در آن یک مدل رگرسیون فازی بازه‌ای-مقدار معرفی شده است.

### ۳ راهنمایی پایان‌نامه‌های کارشناسی‌ارشد و رساله‌های دکترا

مرحوم دکتر ارقامی راهنمایی دو پایان‌نامه و یک رساله را در حوزه آمار و احتمال فازی به‌عهده داشتند. اولین پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد که تحت راهنمایی ایشان انجام شد (به احتمال زیاد، نخستین پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آمار در موضوع آمار و احتمال فازی در ایران) در سال ۱۳۷۰ بود، [۸] (استاد مشاور: مرحوم دکتر محمدعلی پورعبدا...). در این پایان‌نامه، مطالب زیر معرفی/بررسی/تحلیل شده است: اندازه‌های احتمال پیشامدهای فازی، اندازه احتمال فازی، متغیر تصادفی فازی، محاسبه احتمالات براساس مشاهدات فازی، آزمون فرضیه‌های فازی (رویکردهای کلاسیک و بیز) و نظریه امکان. دیگر، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای سعید اخلاقی بود، [۲]، که در آن مدل رگرسیون فازی، براساس رویکرد مبتنی بر کمترین مربعات خطا، بررسی و تحلیل شده است. به‌علاوه، ایشان استاد راهنمای رساله دکتری آقای دکتر محمدرضا ربیعی بودند [۷]. در این رساله، رگرسیون کمترین مربعات برای داده‌های ورودی-خروجی فازی بازه‌ای-مقدار، رگرسیون کمترین مربعات در محیط تماماً فازی بازه‌ای-مقدار، و همچنین رگرسیون امکانی در محیط فازی بازه‌ای-مقدار بررسی و تحلیل شده است.

استاد ارقامی استاد مشاور دو رساله دکترا در زمینه آمار و احتمال فازی بودند. اولین آنها رساله آقای دکتر محسن عارفی بود [۱۱]، که در آن مباحثی مانند آزمون فرضیه‌های فازی براساس آماره آزمون فازی (دو حالت داده‌های دقیق و داده‌های نادقیق)، آزمون فرضیه‌های فازی براساس فاصله اطمینان فازی، برآورد بیز امکانی (در دو حالت داده‌های دقیق و داده‌های فازی) و برآورد تابع چگالی فازی براساس داده‌های فازی، بررسی شد. دومین رساله دکترا در حوزه آمار و احتمال فازی که مرحوم استاد ارقامی نقش استاد مشاور داشتند رساله آقای دکتر جلال چاچی بود [۵]. در این رساله، تشکیل فواصل اطمینان فازی برای میانگین متغیرهای تصادفی فازی، آزمون فرضیه در محیط فازی (رویکرد مبتنی بر فواصل اطمینان)، پرتوان‌ترین آزمون در محیط تماماً فازی، و

همچنین چند موضوع در رگرسیون فازی از جمله رگرسیون استوار فازی با پهنای متغیر، رگرسیون فازی کمترین مربعات خطا برای مدل با ورودی-خروجی فازی، و رگرسیون فازی کمترین قدرمطلق خطا براساس متر هاسدورف تعمیم یافته، بررسی شده است.

## ۴ مقاله‌های علمی

مقاله‌های پژوهشی استاد مرحوم دکتر ارقامی در حوزه آمار و احتمال فازی، شامل چهار مقاله، بر محور رگرسیون فازی متمرکز بوده است. نخستین آنها، مقاله [۱۵] بود. در این مقاله، مدل‌سازی رگرسیونی در محیط تماماً فازی بازه‌ای-مقدار، طبق روش کمترین مربعات تعمیم یافته، انجام گرفته است. منظور از محیط تماماً فازی بازه‌ای-مقدار این است که هر سه مولفه‌های مدل یعنی داده‌های متغیر(های) مستقل، داده‌های متغیر وابسته و ضرائب مدل، اعداد فازی بازه‌ای-مقدار هستند. سپس مقاله [۱۳] بود که در این مقاله، یک مدل رگرسیون ترکیبی (مبتنی بر یک شیوه بهینه‌سازی و رگرسیون ماریس (MARS)) برای مدل‌سازی و تحلیل داده‌های فازی معرفی شد و کاربرد آن در مهندسی آب (هیدرولوژی) براساس مجموعه داده‌های واقعی از رواناب‌های ثبت شده در ناحیه‌ای از خراسان شمالی بررسی شد. روشی که در این مقاله معرفی شد، همزمان دو مشکل تغییرات زیاد در داده‌ها و مشکل پهنای (ابهام‌های) متغیر در داده‌های فازی را حل و فصل می‌کند. سه دیگر، مقاله [۱۵] است که در این مقاله، مدل‌سازی رگرسیونی برای داده‌های فازی بازه‌ای-مقدار، مبتنی بر رویکرد امکانی انجام گرفته است. در این رویکرد، مسئله برآورد ضرائب مدل، به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی تبدیل می‌شود و با حل آن، ضرائب مدل که اعداد فازی بازه‌ای-مقدار هستند برآورد می‌شوند. و سرانجام، به یک مقاله در دست داوری اشاره می‌شود که مربوط است به مدل‌سازی رگرسیونی براساس داده‌های ورودی-خروجی فازی بازه‌ای-مقدار، مبتنی بر روش کمترین مربعات خطای تعمیم یافته طبق چندین معیار فاصله برای اعداد فازی بازه‌ای-مقدار و کاربردهای آن در دو حوزه آب‌شناسی و خاک‌شناسی [۱۷].

بجاست به دو مقاله دیگر از مرحوم استاد ارقامی اشاره شود که در واقع اولین و آخرین مقاله (غیرکنفرانسی) بوده است که ایشان مشارکت داشته‌اند. هر دو این مقالات، ترویجی بوده‌اند. اولین مقاله درباره تشریح و تبیین مفهوم و کاربرد متغیرهای تصادفی فازی بوده است [۱۰]. آخرین

مقاله چاپ‌شده در زمینه آمار و احتمال فازی که استاد ارقامی در آن مشارکت داشتند (و در آخرین ماه‌های حیات ایشان چاپ شد)، مقاله‌ای بود که در آن به طرز مفهومی و با استفاده از مثال‌های عددی/کاربردی، سه رویکرد کلاسیک (رویکرد نیمن-پیرسونی)، رویکرد بیز و رویکرد کم-بیشینه (مینیمکس) به مسئله آزمون فرضیه‌های فازی تبیین و تشریح شده است [۴].

## ۵ فعالیت‌های علمی-اجرایی

دکتر ارقامی، از اعضای هیات موسس مجله پژوهشی انجمن سیستم‌های فازی ایران Iraninan Journal of Fuzzy Systems (IJFS) بودند. گفتنی است، در ۲۹ و ۳۰ خرداد ۱۳۸۱، "سومین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن"، در دانشگاه سیستان و بلوچستان (زاهدان) برگزار شد (شکل شماره ۳). در حاشیه این همایش، طی جلسه‌ای طولانی، راه‌اندازی یک مجله علمی-پژوهشی در زمینه سیستم‌های فازی مورد بحث و بررسی قرار گرفت و نسخه اولیه اساسنامه مجله تهیه شد. این اساسنامه، با تغییراتی اندک (مصوب ۱۳۸۱/۹/۲۱ هیأت مؤسس)، مبنای چاپ و انتشار مجله IJFS شد. همچنین، مرحوم دکتر ارقامی از ابتدای انتشار مجله (سال ۱۳۸۴ ه.ش، ۲۰۰۴ م) عضو هیات تحریریه این مجله بودند.

دکتر ارقامی، از اعضای هیات مؤسس انجمن سیستم‌های فازی ایران بودند. شایان ذکر است که در پی برگزاری چندین کارگاه، سمینار و کنفرانس در اواخر دهه شصت و دهه هفتاد (ه.ش.) و سپس تأسیس شاخه سیستم‌های فازی در انجمن آمار ایران در سال ۱۳۸۱، موضوع تأسیس یک انجمن علمی مستقل در زمینه سیستم‌های فازی، در حاشیه "چهارمین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن" (دانشگاه مازندران - بابلسر - ۷ و ۸ خرداد ۱۳۸۲) مطرح و پیش‌نویس اساسنامه توسط هیأت مؤسس تدوین شد. سرانجام انجمن سیستم‌های فازی ایران با تصویب اساسنامه آن در ۱۳۸۳/۷/۲۵ در کمیسیون انجمن‌های علمی وزارت علوم رسماً تأسیس شد. مرحوم دکتر ارقامی در نخستین مجمع عمومی انجمن مورخ ۱۳۸۴/۳/۵ به عضویت هیات مدیره انجمن (به مدت دو سال) انتخاب شدند.

در پایان بجاست اشاره شود که استاد ارقامی در برنامه‌ریزی و پشتیبانی از برگزاری مجموعه سخنرانی‌هایی در زمینه ریاضیات فازی و احتمال و آمار فازی در سال ۱۳۷۱ در گروه آمار دانشکده



شکل ۳: جمعی از شرکت‌کنندگان در سومین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن

علوم دانشگاه فردوسی مشهد نقش راهگشا و مؤثری داشتند.

## تشکر و قدردانی

از دست‌اندرکاران هشتمین سمینار آمار و احتمال فازی (اردیبهشت ۱۳۷۹، دانشکده علوم ریاضی دانشگاه فردوسی مشهد)، به‌ویژه جناب آقای دکتر بهرام صادق‌پور گیلده دبیر محترم سمینار، که مراسم یادبود مرحوم استاد ارقامی را در برنامه سمینار منظور نمودند سپاسگزاری می‌کنم. متن حاضر نسخه تکمیل‌شده سخنرانی‌ای است که در این سمینار ارائه شد. ویدئوی سخنرانی در نشانی [www.aparat.com/sm-taheri](http://www.aparat.com/sm-taheri) بارگذاری شده و در دسترس است.

همان‌گونه که در ابتدا اشاره شد، مطالب این یادداشت، مبتنی بر اطلاعات و مستندات نویسنده بوده است. بسا مواردی باشد که نویسنده از آنها اطلاع نداشته است. خوانندگان لطف کنند و کاستی‌ها و اصلاحات مطالب و مستندات این مقاله را به نگارنده یادآور شوند.

## مراجع

- [۱] ن.ر. ارقامی، مروری بر رگرسیون فازی، گزارش نخستین سمینار مجموعه‌های مشکک و کاربرد آن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۴۵(۱۳۷۲)، ۱-۱۸.
- [۲] س. اخلاقی، رگرسیون حداقل مربعات فازی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آمار ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده علوم ریاضی)، (۱۳۸۳).
- [۳] م.ق. اکبری، ن.ر. ارقامی، قضیه حد مرکزی برای متغیرهای تصادفی فازی، گزارش پنجمین سمینار احتمال و فرایندهای تصادفی، دانشگاه بیرجند، ۴۵(۱۳۸۴)، ۱-۱۸.
- [۴] ع. پرچی، س.م. طاهری، ن.ر. ارقامی، مقایسه‌ای از رویکردهای نیمن-پیرسون، بیز و کم-بیشینه در آزمون فرضیه‌های فازی، فرهنگ و اندیشه ریاضی، ۵۹(۱۳۹۵)، ۶۸-۴۱.
- [۵] ج. چاچی، روش‌های آماری براساس اطلاعات نادقیق، رساله دکترای آمار ریاضی، دانشگاه صنعتی اصفهان (دانشکده علوم ریاضی)، (۱۳۹۱).
- [۶] م.ر. ربیعی، ن.ر. ارقامی، س.م. طاهری، ب. صادق‌پور، رگرسیون کمترین توان‌های دوم برای داده‌های ورودی و خروجی فازی بازه‌ای-مقدار، گزارش یازدهمین کنفرانس سیستم‌های هوشمند ایران، دانشگاه خوارزمی، ۴۵(۱۳۹۱)، ۱-۸.
- [۷] م.ر. ربیعی، مدل‌سازی رگرسیونی در محیط فازی بازه‌ای-مقدار، رساله دکترای آمار ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده علوم ریاضی)، (۱۳۹۲).
- [۸] س.م. طاهری، کاربرد نظریه مجموعه‌های فازی در آمار و احتمالات، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آمار ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده علوم، گروه آمار)، (۱۳۷۰).
- [۹] س.م. طاهری، ن.ر. ارقامی، احتمال پیشامدهای فازی، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس آمار ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، (۱۳۷۱)، ۲۹۷-۳۳۰.
- [۱۰] س.م. طاهری، ن.ر. ارقامی، متغیرهای تصادفی فازی، گلچین ریاضی (نشریه بخش ریاضی دانشگاه شیراز)، ۳(۱۳۷۴)، ۶-۱۵.



[۱۱] م. عارفی، استنباط آماری در محیط فازی، رساله دکتراي آمار ریاضی، دانشگاه صنعتی اصفهان (دانشکده علوم ریاضی)، (۱۳۸۹).

[۱۲] ش. میرزایی یگانه، ن.ر. ارقامی، رگرسیون فازی: مروری بر چند رویکرد، اندیشه آماری، ۲۳(۱۳۸۶)، ۳۵-۴۷.

[13] J. Chachi, S.M. Taheri and N.R. Arghami, A hybrid fuzzy regression model and its application in hydrology engineering, *Applied Soft Computing*, **25**(2014), 149-158.

[14] M.R. Rabiee, N.R. Arghami, S.M. Taheri and B. Sadeghpour, Fuzzy regression model with interval-valued fuzzy input-output data, *Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Heydarabad (India), (2013), 201-206.

[15] M.R. Rabiee, N.R. Arghami, S.M. Taheri and B. Sadeghpour, Least-squares approach to regression modeling in full interval-valued fuzzy environment, *Soft Computing*, **18**(2014), 2043-2059.

[16] M.R. Rabiee, S.M. Taheri and N.R. Arghami, A linearprogramming approach to interval-valued fuzzy regression analysis, *International Journal of Intelligent Technologies and Applied Statistics*, **8**(2015), 171-203.

[17] M.R. Rabiee, S.M. Taheri, N.R. Arghami and B. Sadeghpour, Least-squares regression analysis for interval-valued fuzzy input-output data, *Under review*, (2017).

[18] L.A. Zadeh, Fuzzy sets, *Information and Control*, **8**(1965), 338-353.