

## تحلیل فضایی میزان بروز سرطان سینه در شهر زنجان

رباب افشاری<sup>۱</sup>، علی محمدیان مصمم<sup>۲\*</sup>، علی بیگدلی<sup>۳</sup>، محمدامین بدیعی<sup>۴</sup>

1 دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، عضو هیات علمی گروه آمار، [afshari@znu.ac.ir](mailto:afshari@znu.ac.ir)

2 دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، عضو هیات علمی گروه آمار، [a.m.mosammam@znu.ac.ir](mailto:a.m.mosammam@znu.ac.ir)

3 دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، دانشجوی کارشناسی ارشد علم داده، [alibigdeli@znu.ac.ir](mailto:alibigdeli@znu.ac.ir)

4 دانشگاه تبریز، دانشکده ریاضی، دانشجوی دکتری آمار، [amin\\_badie@yahoo.com](mailto:amin_badie@yahoo.com)

\* نویسنده مسئول

### چکیده

یکی از مباحث مورد علاقه مسئولین امور بهداشتی، پهنه‌بندی میزان رخداد یک بیماری و چگونگی توزیع آن بر روی نقشه‌های جغرافیایی بر اساس تحلیل فضایی است. در روش کلاسیک، غالباً این مقادیر بر اساس فرض استقلال بین مناطق مختلف تخمین زده می‌شوند. اما در واقعیت نوعی همبستگی فضایی بین نواحی مختلف وجود دارد که بر اساس فاصله بین نقاط تبیین می‌شود به طوری که هر چه این مناطق نزدیک به هم باشند، مشاهدات مشابه‌تر هستند. در این مطالعه، هدف برآورد میزان شیوع سرطان سینه در شهر زنجان مبتنی بر تحلیل فضایی با رویکرد کریگینگ عام با ملاحظه ساختار همبستگی فضایی بین مناطق (محلات) است تا با ارتقای آگاهی در برنامه‌ریزان امور بهداشتی، گام مثبتی در اتخاذ تصمیم بهینه و هدفمند به ویژه در خصوص امر غربالگری در حوزه پیشگیری برداشته شود. داده‌های تحت بررسی در این پژوهش شامل تمامی داده‌های ثبت شده در مرکز خیریه مهرانه زنجان در استان زنجان طی سال‌های 1386 تا 1402 است. تاکنون تحلیل فضایی شیوع سرطان با این مقیاس کوچک جغرافیایی (محله) در ایران انجام نگرفته است. یافته‌ها حاکی از میزان شیوع بسیار بالای این بیماری در مناطق مرکزی و شمال شرقی شهر زنجان در بین بانوان است.

کلمات کلیدی: تغییرنگار، سرطان سینه، پیش بینی کریگینگ عام، همبستگی فضایی

یکی از بیماری‌های غیرواگیر که سالانه در اقصی نقاط جهان جان میلیون‌ها نفر را به کام مرگ می‌کشد بیماری سرطان است که میزان بروز استاندارد شده سنی آن در کشور، 173 در یکصد هزار نفر است به طوری که از این میزان 49 درصد به زنان و 51 درصد به مردان اختصاص دارد. به دلیل ماهیت مزمن، پیش‌رونده و ناتوان-کننده بیماری سرطان، افزایش رخداد این بیماری در کنار ایجاد مشکلات متعدد به مبتلایان، نیروهای انسانی مولد جوامع را در معرض ناتوانی، فقر و مرگ قرار داده و از سوی دیگر هزینه‌های سرسام‌آور درمان، نظام‌های بهداشتی و درمانی جوامع را با چالش‌های بسیاری مواجه می‌کند. به همین منظور، یکی از برنامه‌های راهبردی و مهم وزارت بهداشت اجرای سند ملی پیشگیری و کنترل بیماری‌های غیرواگیر و عوامل خطر مرتبط با آن است. یکی از روش‌های متناسب برای تجزیه و تحلیل اطلاعات پیرامون بیماری‌ها و مرگ و میر، پهنه‌بندی آنها است که چگونگی پراکندگی جغرافیایی بیماری‌ها را در کنار دیگر عوامل خطر در نظر می‌گیرد. منظور از پهنه‌بندی بیماری، دسته‌ای از تکنیک‌های آماری برای یافتن برآوردهایی دقیق از میزان رخداد یا شیوع بیماری‌ها و به تصویر کشاندن آنها در قالب نقشه‌های جغرافیایی است [1]. امروزه بسیاری از برنامه‌ریزان حوزه سلامت جامعه توجه خود را به تحلیل جغرافیایی و برآورد خطر بیماری‌ها متمرکز کرده‌اند چرا که آگاهی از چگونگی پخش جغرافیایی میزان بروز، شیوع و مرگ و میر، نقش کلیدی در تعیین عوامل بروز بیماری، پیشگیری از آنها، تخصیص منابع، امکانات و نیروی انسانی دارد [2]. از آنجا که در علم بهداشت، سرطان به عنوان مساله اصلی در سلامت عمومی است، تلاش‌های بسیاری از سوی محققان برای پهنه‌بندی میزان بروز و شیوع سرطان و مرگ و میر ناشی از آن صورت گرفته است. در اغلب موارد، برآورد این کمیات، بر اساس روش‌های کلاسیک که مبتنی بر فرض استقلال بین نواحی مورد نظر است، انجام می‌گیرد. اما در مطالعات محیطی چنین فرضی صحت ندارد چرا که نوعی تشابه بین نواحی همسایه و نزدیک به هم وجود دارد. محققان در مرجع [3] با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی مبتنی بر روش کریگینگ پواسنی و با فرض همبستگی فضایی، میزان بروز سرطان گوارش را در 336 شهرستان در ایران بررسی کردند. در مرجع [4] مطالعه الگوی مکانی-زمانی و محرک‌های محیطی در بروز سرطان روده بزرگ با هدف بررسی شیوع این نوع بیماری و ارتباط آن با عوامل محیطی، مورد توجه محققان بوده است. انجمن خیریه مهرانه، موسسه‌ای غیر دولتی است که از شهریورماه 1385 فعالیت‌های خود را به منظور حمایت از بیماران مبتلا به سرطان از طریق تامین و ارتقاء کمی و کیفی سلامت روانی و جسمی بیماران در استان زنجان آغاز نمود. یکی از سیاست‌هایی که در چند سال اخیر این موسسه توجه خود را بر آن متمرکز کرده است مساله پیشگیری از بیماری سرطان در کنار ارائه خدمات درمانی به بیماران است تا در حد امکان با افزایش آگاهی شهروندان درباره سبک زندگی سالم و همچنین غربالگری، میزان بروز و شیوع این بیماری را به حداقل رسانده تا به تبع آن از هزینه‌های سرسام‌آور درمان کاسته شود. با عنایت به محدودیت مراقبت‌های بهداشتی و منابع انسانی و مالی در کشورهای در حال توسعه، غربالگری سرطان همه افراد در معرض خطر، امکان‌پذیر نیست. از این‌رو، تشخیص محلات پر خطر، می‌تواند به عنوان اولین مرحله در غربالگری و به تبع آن پیشگیری مهم باشد. با توجه

به محدودیت پژوهش‌های انجام شده در این زمینه در استان زنجان و شیوع بیماری سرطان سینه نسبت به انواع دیگر آن از سوی دیگر، هدف اصلی در این مطالعه پهنه‌بندی بیماری سرطان سینه در شهرستان زنجان بوده تا بتوان با ارائه برآوردهایی دقیق از میزان شیوع سرطان و مرگ و میر ناشی از آن در قالب نقشه‌های جغرافیایی و همچنین تبیین چگونگی توزیع مکانی بیماری در گستره شهرستان، راهنمای مناسبی برای مسئولین واحد پیشگیری انجمن مهرانه ارائه داد تا بر اساس آن به صورت هدفمند گام‌های خود را برای آموزش مداوم افراد و خانواده‌ها به منظور افزایش آگاهی جامعه هدف در ابعاد مختلف زندگی بردارند. به همین منظور و برای تهیه نقشه جغرافیایی شیوع سرطان سینه با دقت بالا، از رویکرد کریگینگ عام به عنوان نوعی درونیاب فضایی از روش‌های آنالیز فضایی بهره گرفته خواهد شد.

ساختار کلی مقاله به صورت زیر می‌باشد. در بخش 2 روش پیش‌گویی فضایی شرح داده می‌شود. در بخش 3 به تحلیل توصیفی و آنالیز فضایی مجموعه داده‌های ثبت شده بیماران سرطانی در مرکز خیریه مهرانه از سال 1385 تا 1402 پرداخته می‌شود. در نهایت در بخش 4 بحث و نتیجه‌گیری مقاله ارائه می‌گردد.

## 2- روش پیش‌بینی کریگینگ عام

در آمار فضایی برای تحلیل داده‌های فضایی معمولاً یک میدان تصادفی به عنوان مدل آماری در نظر گرفته می‌شود. میدان تصادفی مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی مانند  $\{Z(s); s \in D\}$  است که در آن  $D$  یک زیر مجموعه از فضای اقلیدسی  $d$  بعدی  $R^d (d \geq 1)$  است. میانگین یا مقدار مورد انتظار این میدان تصادفی در موقعیت  $s$  و کواریانس آن در موقعیت‌های  $s_1$  و  $s_2$  را به ترتیب با نمادهای  $\mu(s)$  و  $C(s_1, s_2)$  نشان داده و به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\mu(s) = E(Z(s)); \quad s \in D$$

$$C(s_1, s_2) = E[(Z(s_1) - \mu(s_1))(Z(s_2) - \mu(s_2))]; \quad s_1, s_2 \in D$$

اگر  $s_1 = s_2 = s$ ، آنگاه واریانس میدان تصادفی در مکان  $s$  به صورت زیر بدست می‌آید:

$$Var(Z(s)) = E[Z(s) - \mu(s)]^2 = C(s, s)$$

هر میدان تصادفی را می‌توان به صورت  $Z(s) = \mu(s) + \delta(s)$  تجزیه کرد که در آن  $\mu(\cdot)$  تغییرات مقیاس بزرگ یا روند و  $\delta(\cdot)$  خطای میدان تصادفی یا تغییرات مقیاس کوچک نامیده می‌شود.

معمولاً تحلیل داده‌های فضایی از روی اطلاعات نمونه بسیار دشوار است، اما گاهی فرض‌هایی مانند انواع مانایی موجب ساده‌سازی مسأله می‌شوند. در ادامه فرض می‌کنیم که میدان تصادفی مانای ذاتی می‌باشد. میدان تصادفی مانای ذاتی نامیده می‌شود، هرگاه: اولاً میانگین میدان تصادفی مستقل از  $s$  و ثابت باشد و ثانیاً تابع تغییرنگار فقط تابعی از فاصله فضایی باشد. واریانس تفاضل بین مقادیر میدان تصادفی در دو موقعیت  $s$  و  $s+h$  را که به فاصله  $h$  از هم قرار دارند، تغییرنگار می‌نامند که به صورت  $2\gamma(h) = Var(Z(s+h) - Z(s))$  تعریف می‌شود. تابع  $\gamma(h)$  را نیم‌تغییرنگار می‌نامند. لازم به ذکر است که مقادیر کوچک و بزرگ تغییرنگار به ترتیب بیانگر وابستگی زیاد و کم میدان تصادفی است. مدل‌های پارامتری مختلفی برای تابع نیم‌تغییرنگار توسط محققین معرفی شده است [5] که از جمله معروف‌ترین آنها مدل گاوسی است که به صورت زیر مدل‌بندی می‌شود:

$$\gamma(h) = c_0 + c \left( 1 - e^{-\frac{\|h\|^2}{a^2}} \right); \quad h \in R^d, \quad d \geq 1,$$

که در آن سه پارامتر  $a$  دامنه،  $c_0$  اثر قطعه‌ای و  $c + c_0$  ازاره تابع نیم‌تغییرنگار نامیده می‌شوند.

یکی از روش‌های پیشگویی در آمار فضایی برای مقدار میدان تصادفی در موقعیت جدید  $S_0$  بر اساس مشاهدات  $Z(S_1), \dots, Z(S_n)$  روش کریگینگ است. در این روش که بهترین پیشگوی خطی نارایب را ارائه می‌دهد به مشاهدات نزدیک‌تر وزن بیشتر و به مشاهدات دورتر، وزن کم‌تری داده می‌شود به طوری که واریانس پیشگو کمینه شود. لازم به ذکر است که در این روش، واریانس پیشگو در هر موقعیت فضایی قابل محاسبه بوده و می‌توان توزیع خطاها را در فضای تحت بررسی بدست آورد. با توجه به وضعیت‌های مختلف روند میدان تصادفی، انواع روش‌های کریگینگ برای پیشگویی توسط محققان ارائه شده است [6]. روش کریگینگ عام، به عنوان پیشگوی نارایب، در حالتی که روند یک میدان تصادفی، تابعی از موقعیت‌ها بوده و به صورت ترکیب خطی نامعلوم از توابع معلوم باشد، ارائه شده است. در چنین وضعیتی میدان تصادفی در موقعیت  $S$  با مدل زیر نشان داده می‌شود:

$$Z(s) = \sum_{j=1}^{p+1} f_{j-1}(s) \beta_{j-1} + \delta(s); \quad s \in D \quad (1)$$

که در آن  $\beta = (\beta_0, \dots, \beta_p)' \in R^{p+1}$  بردار نامعلوم از پارامترها،  $\{f_0(s), \dots, f_p(s)\}$  مجموعه‌ای معلوم از توابع پایه و  $\delta(\cdot)$  میدان تصادفی مانای ذاتی با میانگین صفر است. مدل (1) را برای سادگی می‌توان به فرم ماتریسی  $Z = X\beta + \delta$  نیز نوشت که در آن ماتریس  $X$   $n \times (p+1)$  با درایه‌های  $x_{ij} = f_{j-1}(s_i)$  و  $i = 1, 2, \dots, n$  و  $j = 1, 2, \dots, p+1$  است. مقدار پیشگویی در موقعیت جدید  $S_0$  بر اساس روش کمترین مربعات خطا برابر با  $\hat{Z}(S_0) = x' \beta + \delta(S_0)$  است که در آن  $x = (f_0(S_0), \dots, f_p(S_0))'$  است. اگر پیشگویی نارایب  $Z(S_0)$  بر اساس یک ترکیب خطی از مشاهدات  $Z(S_1), \dots, Z(S_n)$  به صورت  $\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^n k_i Z(S_i)$  باشد آنگاه شرط لازم و کافی برای نارایب بودن برآورد وزن‌ها شرط  $k'X = x'$  است. به این ترتیب پیشگوی نارایب خطی بهینه، از مینیم کردن میانگین توان دوم خطا یعنی  $\sigma_e^2 = E(Z(S_0) - \hat{Z}(S_0))^2$  نسبت به  $k_1, \dots, k_n$  با شرط  $k'X = x'$  حاصل می‌شود. برای سادگی محاسبات فرض می‌کنیم  $f_0(s) = 1$  باشد. در این صورت وزن‌های بهینه با مینیم کردن رابطه

$$E \left[ Z(S_0) - \sum_{i=1}^n k_i Z(S_i) \right]^2 - 2 \sum_{j=1}^{p+1} m_{j-1} \left\{ \sum_{i=1}^n k_i f_{j-1}(s_i) - f_{j-1}(s_0) \right\}, \quad (2)$$

نسبت به  $k_1, \dots, k_n$  و  $m_0, \dots, m_p$  (ضرایب لاگرانژ) بدست آمده و برابر است با:

$$k' = \{\gamma + X(X'Y^{-1}Y)^{-1}(x - X'Y^{-1}\gamma)\}' Y^{-1} \quad (3)$$

$$m' = -(x - X'Y^{-1}\gamma)'(X'YX)^{-1},$$

که در آن  $\gamma = (\gamma(S_0 - S_1), \dots, \gamma(S_0 - S_n))$  و  $Y$  ماتریسی  $n \times n$  با درایه  $\gamma_{ij}$  برابر با

$$\gamma(S_i - S_j)$$

است. همچنین به سادگی نشان داده می‌شود واریانس پیشگو در روش کریگینگ عام برابر است با [6]:

$$\sigma_k^2(s_0) = 2 \sum_{i=1}^n k_i \gamma(s_0 - s_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_i k_j \gamma(s_i - s_j). \quad (4)$$

### 3- تحلیل داده‌های سرطان

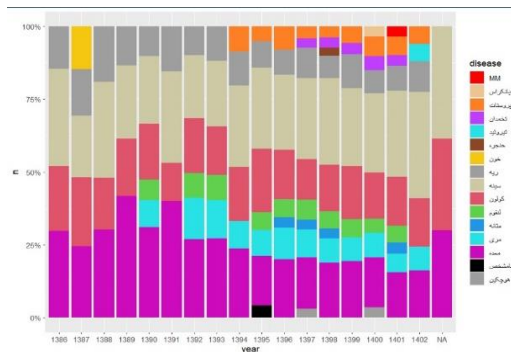
در این بخش ابتدا به تحلیل توصیفی و در ادامه به آنالیز فضایی مجموعه داده‌های ثبت شده بیماران سرطانی در مرکز خیریه مهرانه از سال 1385 تا 1402 خواهیم پرداخت.

#### 3-1- آنالیز توصیفی

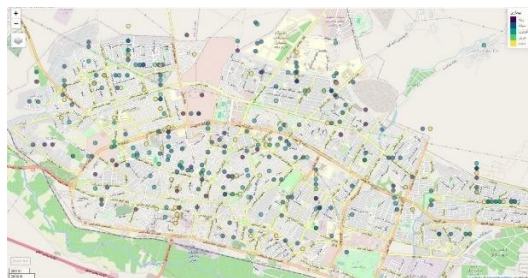
این مجموعه داده دربرگیرنده مشخصات 11485 بیمار شامل جنسیت، سن، آدرس محل زندگی، نوع بیماری سرطان (سینه، معده، کولون، ریه، ...) در استان زنجان است. یکی از گام‌های مهم قبل از تحلیل فضایی داده‌ها، مساله پیش‌پردازش داده‌ها است. پس از پالایش داده‌ها شامل حذف و تجمیع رکوردهای تکراری، پیرایش و همسان‌سازی آدرس بیماران، یافتن مختصات جغرافیایی محلات با استفاده از ابزار کدگذاری جغرافیایی آنلاین و مدیریت داده‌های گمشده، تعداد رکورد نهایی به تعداد 9376 رکورد تقلیل یافت. شکل 1 فراوانی پرونده‌های تشکیل شده بیماران (با فراوانی بالای 20) مربوط به انواع سرطان را به تفکیک سال در استان زنجان نمایش می‌دهد. چنانچه ملاحظه می‌شود پس از بیماری سرطان سینه، سرطان معده بیشترین میزان شیوع را در استان به خود اختصاص داده است و پس از این دو بیماری، به ترتیب سرطان‌های کولون، ریه و مری در جایگاه‌های سوم، چهارم و پنجم قرار گرفته است. برای وضوح بهتر شکل 2، نمودار توزیع فراوانی این 5 نوع سرطان را که از بیشترین میزان شیوع در استان زنجان برخوردار بودند را در بین سال‌های 1401 تا 1402 در شهرستان زنجان نشان می‌دهد. به دلیل محدودیت در تعداد صفحات مقاله، نمودار مربوط به سال‌های دیگر آورده نشده است. بر اساس گزارشات عددی، درصد مبتلایان به سرطان سینه در بین انواع سرطان‌های دیگر گزارش شده در استان، بالا است. همچنین مبتلایان به سرطان سینه به ترتیب در زنان و مردان، 97/7 درصد و 2/3 درصد بوده و این نسبت در شهرستان زنجان مقدار 98/5 درصد برای زنان و 1/5 درصد برای مردان را به خود اختصاص داده است. یعنی در میان انواع سرطان‌ها، درصد بسیار بالایی از زنان در شهرستان زنجان درگیر بیماری سرطان سینه هستند. برای شهود بهتر، شکل 3 نسبت فراوانی انواع سرطان در بین زنان را در شهرستان زنجان نمایش می‌دهد. چنانچه مشاهده می‌شود بیشترین آمار مربوط به شیوع سرطان سینه در بین زنان نسبت به انواع دیگر سرطان است. با توجه به نتایج حاصل از آنالیز توصیفی چون بیشترین درصد فراوانی شیوع بیماری مربوط به بیماری سرطان سینه در مجموعه زنان در شهرستان زنجان بوده است از این‌رو در ادامه مقاله، برای آنالیز فضایی توجه خود را به این نوع از بیماری در شهرستان زنجان معطوف می‌نماییم.



شکل 3: نمودار میزان شیوع انواع بیماری سرطان در بین زنان در شهرستان زنجان



شکل 1: نمودار فراوانی نسبی انواع سرطان‌ها در استان زنجان به تفکیک سال



شکل 2: نمودار توزیع سرطان‌های سینه، معده، کولون، ریه و مری در سال‌های 1401 تا 1402 در شهرستان زنجان

### 3-2- آنالیز فضایی

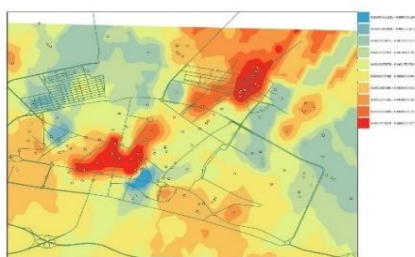
در این مقاله فضای مورد مطالعه شهرستان زنجان و واحد جغرافیایی محله است به طوری که برای یک محله معین  $i = 1, \dots, 877$ ، نسبت رخداد سرطان به ازای یکصد هزار نفر به صورت  $z(s_i) = 100000 \times \frac{d(s_i)}{n(s_i)}$  محاسبه می‌شود که در آن  $d(s_i)$  تعداد رویداد بیماری و  $n(s_i)$  تعداد ساکنان محله  $i$  مطابق سرشماری سال 1395 است. هر مقدار اندازه‌گیری شده متناظر با مرکز جغرافیایی آن واحد با مختصات  $s_i = (x_i, y_i)$  (طول و عرض جغرافیایی مرکز محله) در نظر گرفته می‌شود. در این مقاله با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 از بین مدل‌های نظری مختلف برای تغییرنگار، مدل گاوسی به دلیل داشتن کمترین مجموع مربعات خطا با

آزاره  $1/8 \times 10^{-6}$ ، دامنه 0/0045 و اثر قطعه ای  $1/09 \times 10^{-8}$  انتخاب شد. به این ترتیب پهنه‌بندی پیش بینی میزان شیوع سرطان سینه در بین زنان بر اساس رابطه (1) و ضرایب بهینه (3) برای تمامی محلات مورد مطالعه روی نقشه شهرستان زنجان در شکل (4) ارائه شده است. چنانچه از

شکل (4) مشاهده می‌شود، محلات مسکونی منطقه مرکزی و شمال شرقی شهرستان زنجان از میزان بالای ابتلای سرطان سینه نسبت به نواحی دیگر مسکونی به ویژه شمال غربی و شرق شهرستان برخوردارند. شکل 5، پهنه‌بندی واریانس یا میزان دقت برآوردها را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود میزان دقت برآورد در مناطق غیر مسکونی به ویژه در نواحی شمال شرقی و جنوب کمتر است که دلیل این امر می‌تواند ناشی از تعداد نمونه کم در این نواحی یا به عبارت دیگر فقر اطلاعات در این مناطق باشد.



شکل 5: نقشه پهنه‌بندی برآورد واریانس پیش بینی فضای سرطان سینه در شهرستان زنجان



شکل 4: نقشه پهنه‌بندی پیش بینی نسبت رخداد سرطان سینه در شهرستان زنجان به روش کریگینگ عام

به منظور ارزیابی دقت مدل برازش شده در آنالیز فضایی داده‌ها، از معیار اعتبارسنجی متقابل بهره گرفته شد. مطابق این معیار، دقت مدل بر اساس شاخص‌های مختلف شامل میانگین مربع خطا برابر  $0/00035$  و متوسط خطای استاندارد برابر  $0/0002$  بدست آمد. مقدار واریانس در برآورد پارامترها در روش کریگینگ عام دامنه کمتری را به خود اختصاص می‌دهد زیرا در این روش همبستگی فضایی بین داده‌ها در نظر گرفته می‌شود به طوری که واریانس در محلات با تعداد جمعیت کم و پراکندگی زیاد، افزایش می‌یابد که این خصوصیت ناشی از افزایش دقت برآورد پارامترها در روش کریگینگ عام است. در این مطالعه سعی شده است که به علت تعداد زیاد محلات، نتایج اخذ شده به شکل پهنه‌بندی نمایش داده شود. به طوری که رنگ‌های قرمز تیره روی نقشه‌ها بیانگر افزایش نسبت بیماری در این محلات بوده و هر چه رنگ‌ها به سمت آبی تیره گرایش می‌یابد، نشان‌دهنده محلات با نسبت کم شیوع بیماری است.

#### 4- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های بعمل آمده، سرطان سینه یکی از بیماری‌های شایع به ویژه در میان زنان در شهرستان زنجان است و از طرفی دیگر چون روند بروز این بیماری از منطقه‌ای به منطقه دیگر می‌تواند

متفاوت باشد، رویکرد کریگینگ عام نسبت به روش‌های دیگر برای پیش‌بینی مناسب‌تر است. یکی از مزایای این مدل نسبت به مدل‌های کلاسیک این است که در روش سنتی مقدار برآورد درصد شیوع بیماری در ناحیه‌ای که تعداد بیماری مشاهده شده در آن صفر باشد، صفر تخمین زده می‌شود در حالی که در مدل فضایی، برآوردی هموار بر اساس اطلاعات مناطق همسایه برای این ناحیه حاصل می‌شود. یافته‌ها حاکی از آن است که محلات مرکزی و شمال شرقی شهرستان زنجان از بیشترین درصد شیوع بیماری سرطان سینه بین زنان برخوردار است که علت این امر را باید در علل رخداد این نوع سرطان در این محلات جستجو کرد. طبق آخرین اطلاعات نویسندگان این مقاله، تاکنون تحلیل فضایی شیوع سرطان با این مقیاس کوچک جغرافیایی (محل) در ایران انجام نگرفته است.

متخصصان محیط زیست در برخی موارد دلیل بروز سرطان را ناشی از آلودگی هوا و وجود ذرات معلق در آن می‌دانند که این عوامل در محلات مرکزی شهر به دلیل تردد بیش از حد وسایل نقلیه و کمبود فضاهای سبز و در مناطق شمال شرقی به دلیل مجاورت با برخی از کارخانه‌های مستقر در حاشیه شهر زنجان مانند سرب و روی، مشهود است. اگرچه برای بررسی دقیق سایر عوامل موثر در شیوع این نوع سرطان در بین زنان و همچنین نوع الگوی توزیع آن در شهرستان زنجان در این مطالعه، مسئولین امر باید نظر تخصصی دهند. چرا که اصلی‌ترین پایه در حوزه پیشگیری از رخداد بیماری، در مرحله اول شناسایی علل بروز بیماری سرطان است. زیرا پس از پی بردن به علل اصلی، می‌توان آنها را تحت کنترل درآورده و بدین ترتیب گام مثبتی در به حداقل رساندن میزان شیوع بیماری برداشت. از سوی دیگر، با توجه به محدودیت مراقبت‌های بهداشتی، منابع انسانی و مالی، غربالگری همه افراد در معرض خطر امکان‌پذیر نبوده و متخصصان امر می‌توانند محلات پر خطر را در امر غربالگری در اولویت فعالیت‌های خود قرار دهند.

## مراجع

- [1] J.N.K. Rao, (2003) "Small Area Estimation". Wiley & Sons, New Jersey.
- [2] A.B. Lawson, A. Biggeri, D. Boehning, E. Lesaffre, J. Viel, A. Clark, P. Schlattmann, "Disease mapping models: an empirical evaluation", *Statistics in Medicine*, 19(2000) 2217-2241.
- [3] اثماریان، ن، کاووسی، ا، صالحی، م (1391) تحلیل فضایی میزان بروز سرطان گوارش در ایران با استفاده از روش کریگیدن پواسنی، مجله بررسی‌های آمار رسمی ایران، سال 23، شماره 1، ص 129-140.
- [4] Q. Luo, Y. Liu, M. Bi, X. Kuai, Q. Tian, Y. Sun, S. Zhuang, "Taste mapping: navigating the spatiotemporal link between diet and colorectal cancer" (2024), *IEEE Access*.
- [5] A.G. Journel, C.J. Huijbregts, (1978) "Mining Geostatistics, London". Academic Press, London.
- [6] محمدزاده، م، آمار فضایی و کاربردهای آن، چاپ سوم، نشر دانشگاه تربیت مدرس، 1398.