ارزیابی مدل‌های مبتنی بر کریجینگ جهانی (زمین آمار) در برآورد توزیع مکانی بارش برای رازیانه (*Foeniculumvulgare mill*) در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی.

ربابه غفاری دربندی[۱]، بهنام کامکار[۲]، امید عبدی[۳]، فرهاد خرمالی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی اکولوژیک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- کارشناس ارشد اداره منابع طبیعی استان گلستان

۴- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

R.Ghaffari1988@yahoo.com

چکیده

بارش یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی است که نقش زیادی در بیلان آب و سایر مدل‌های هیدرولوژیکی و اقلیمی دارد. به فرایند برآورد ارزش‌های کمی، برای نقاط بدون داده، به کمک نقاط مجاور و معلوم دورن‌یابی می‌گویند. روش کریجینگ برای درون‌یابی داده‌هایی که پراکنش نامنظم دارند به کار می‌رود. هدف از این تحقیق، برآورد توزیع مکانی بارش برای کشت رازیانه در استان-های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی می‌باشد. در این تحقیق ۸۶ ایستگاه، مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از روش کریجینگ جهانی، مدل‌های دایره‌ای، کروی، نمایی، گوسی، چهار وجهی کروی، پنج وجهی کروی، درجه دو منطقی، Hole effect، K-Bessel، J-Bessel و Stable در محیط ArcGIS استفاده شد. به ترتیب مدل‌های Hole effect و کروی بهترین مدل و مدل‌های درجه دو منطقی و نمایی نامناسب ترین مدل‌ها بودند. بر اساس نقشه بارش، هر چه از شمال منطقه به سمت جنوب آن پیش می‌رویم از مقدار بارندگی کاسته می‌شود.

کلمات کلیدی: بارش، درونیابی، کریجینگ، خراسان

مقدمه

بارش یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی است که نقش زیادی در بیلان آب و سایر مدل‌های هیدرولوژیکی و اقلیمی دارد. همچنین یکی از پارامترهای مهم در تعیین نوع اقلیم، تعیین وضعیت خشکسالی، سیلاب، آب‌های زیرزمینی و ... است. روش‌های زمین آمار امروزه یک روش رایج در تهیه نقشه‌های توزیع فضایی میانگین بارش سالانه است. سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزاری قدرتمند

برای تحقیقات کشاورزی و مدیریت منابع طبیعی شده است. امروزه کاربرد در تهیه نقشه‌های اقلیمی بسیار رایج است. مطاالعات اخیر اقلیم‌شناسان در مورد انتخاب بهترین روش میان‌یابی و تهیه نقشه‌های اقلیمی نشان می‌دهد که انتخاب نوع میان‌یابی بستگی به شرایط جغرافیایی منطقه دارد و برای هر منطقه بایستی به طور جداگانه بررسی شود[4].

تهیه نقشه و آنالیز مکانی پارامترهای مختلف هواشناسی نیازمند به تبدیل اندازه‌گیری‌های میدانی به پهنه‌های پیوسته است. در مطالعات هواشناسی و جغرافیایی برداشت اطلاعات اغلب به صورت نقطه‌ای انجام گردیده و معمولاً ضرورت دارد اطلاعات حاصل از نمونه‌برداری نقطه‌ای به سطح تعمیم داده شود. به فرایند برآورد ارزش‌های کمی، برای نقاط بدون داده، به کمک نقاط مجاور و معلوم دورن‌یابی می‌گویند این فرآیند به دلیل داده‌های نقطه‌ای و ضرورت تدوین نقشه از کل یک پهنه، به منظور تهیه‌ی نقشه‌های هم‌ارزش انجام می‌گیرد. بنابراین درون‌یابی به معنای تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای است. روش کریجینگ برای درون‌یابی داده‌هایی که پراکنش نامنظم دارند به کار می‌رود [5].

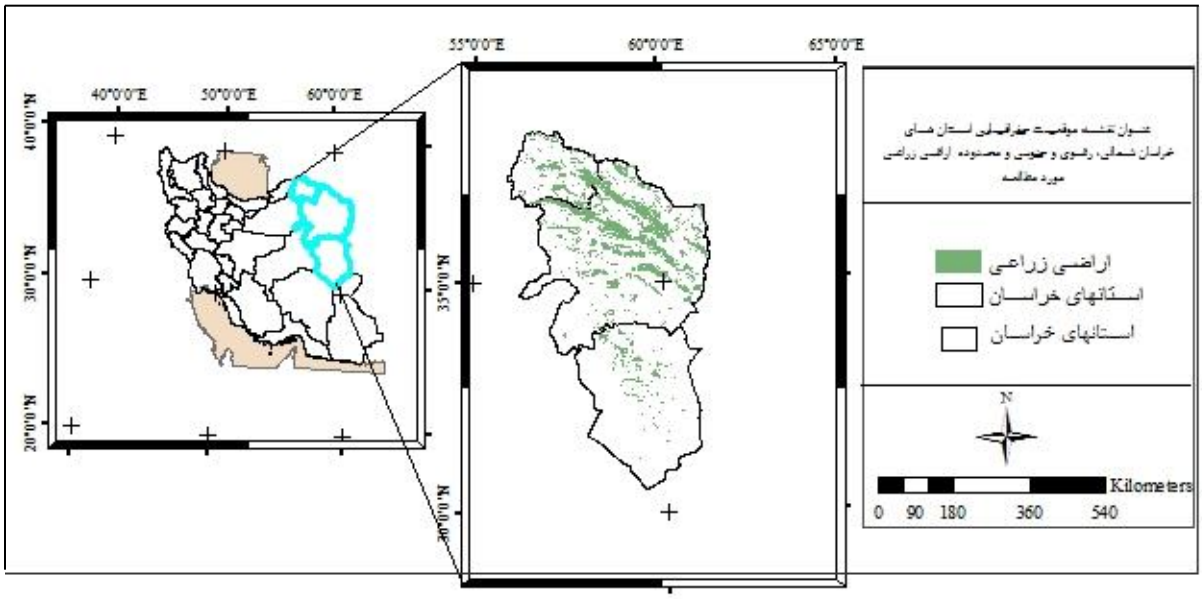
از مهمترین ویژگی‌های کریجینگ آن است که به ازای هر تخمینی خطای مرتبط با آن را می‌توان محاسبه کرد و برای هر مقدار تخمین زده شده می‌توان دامنه اطمینان آن تخمین را محاسبه کرد. روش میان‌یابی کریجینگ با شرط احراز صلاحیت-های اولیه و لازم می‌تواند بهترین میانگین موزون از یک پهنه را ارائه نماید. در این روش برای هر یک از ایستگاه‌های درون و بیرون
یک پهنه بر حسب فاصله و موقعیت آن وزن آماری مشخصی در نظر گرفته می‌شود به گونه‌ای که واریانس تخمین کمینه شود [5].

شقاقی و همکاران (۱۳۸۵) به ارزیابی تغییرات منطقه‌ای بارش ماهانه و سالانه‌ی حوضه‌ی کارون با کاربرد روش‌های زمین آماری پرداخت. نتایج شان داد که برای برآورد بارندگی ماهانه و سالانه روش کریجینگ تخمین بهتری به عمل آورد [8]. چنگ و همکاران (۲۰۰۷) به‌منظور تخمین میانگین منطقه‌ای بارش و تخمین نقطه‌ای در مناطق بدون ایستگاه، به ارزیابی شبکه-ی باران‌سنجی با کاربرد روش‌های زمین آمار پرداختند. تحلیل واریوگرام نشان داد که بارش ساعتی از تغییرات مکانی بالاتری نسبت به بارش‌های سالانه برخوردار است [11]. عساکره (۱۳۸۷)، در تحقیقی با عنوان کاربرد روش کریجینک در میان‌یابی بارش، این روش را روشی دقیق و پرکاربرد معرفی کرده است [3]. رازیانه (*Foeniculum vulgare mill*) از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی ایران و متعلق به خانواده چتریان (*Apiaceae*) است. سطح زیر کشت رازیانه در ایران در حدود ۱۰۶۶ هکتار است و استان‌های عمده تولید کننده این محصول، همدان، خراسان، کهکیلویه و بویر احمد، لرستان، تهران، کرمان و گلستان هستند. رازیانه را عمدتاً به منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت قرار می‌دهند. مهم‌ترین ترکیب اسانس این گیاه دارویی را آنتول تشکیل می‌دهد که اهمیت زیادی در صنایع دارویی و عطر سازی دارد. فنچول، لیمونن و متیل کاویکول نیز از ترکیب‌های مهم رازیانه است. امروزه از مواد مؤثره این گیاه در داروسازی برای مداوای سرفه، دل‌درد، نفخ، سوءهاضمه در کودکان و تحریک شیر در مادران شیرده استفاده می‌شود. عملکرد رازیانه متفاوت بوده و بستگی به شرایط اقلیمی محل رویش و عمر گیاه دارد [9].

در این پژوهش تلاش بر این است که روش درون‌یابی کریجینگ جهانی به عنوان یکی از روش‌های دقیق و پرکاربرد، در برآورد توزیع مکانی بارش برای کشت رازیانه در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی معرفی شود.

مواد وروش‌ها

منطقه مورد مطالعه سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی است که در مجموع وسعتی بیش از ۲۴۷ هزار کیلومتر مربع دارند که در بین مدار جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۷۱ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۴ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی از نصف االنهار گرینویچ قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱- مشخصات منطقه و محدوده اراضی زراعی

آمار درازمدت بارش از سازمان هواشناسی سه استان خراسان تهیه شد. بدین منظور ۸۶ ایستگاه باران‌سنجی و سینوپتیک، مورد مطالعه قرار گرفت. ابتدا داده‌های روزانه تهیه و میانگین ماهانه و بعد سالانه به وسیله نرم‌افزار صفحه‌گستر اکسل محاسبه گردید. و بعد در محیط نرم‌افزار ArcGIS با استفاده از نوارابزار Geostatistical Analyst کار میان‌یابی داده‌ها با استفاده از روش کریجینگ انجام شد و نقشه آنها تهیه شد. روش کریجینگ برای برآورد نقطهٔ ناشناخته به هریک از نمونه های اندازه‌گیری شده وزنی را نسبت می‌دهد. در واقع کریجینگ یک برآوردگر خطی به‌شکل زیر است:

$$Z(X)=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i z(x_i)$$

در رابطه بالا x مکان برآورد و x_i شامل نقاط حاوی اطلاعات هستند، λ_i وزن یا اهمیت آماری اختصاص داده‌شده به متغیر

اندازه‌گیری شده می‌باشد. این نوع کریجینگ را کریجینگ خطی می‌نامند، زیرا ترکیب خطی از n داده است. در استفاده از این تخمین‌گر باید متغیر Z توزیع نرمال داشته باشد، در غیر این‌صورت باید از کریجینگ غیرخطی استفاده نمود و یا با بهره‌گیری از تبدیل‌های آماری، توزیع متغیر را نرمال نمود. روش میان‌یابی کریجینگ بسته به کیفیت همبستگی و نحوه ی تغییرات مکانی پدیده‌ها و برحسب ارزش‌های مورد جستجو و همچنین ارتباط بین متغیر مورد بررسی به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند [8].

با توجه به چند ساله بودن گیاه رازیانه، اطلاعات ایستگاه‌ها بر اساس مجموع بارندگی سالانه تنظیم شد. به منظور برازش شبیه‌های زمین آماری نیاز به آزمون بررسی نرمال بودن داده‌ها بود. بدین منظور، آزمون یاد شده در مورد داده‌ها انجام گرفت و به دلیل تطابق نداشتن توزیع آماری داده‌ها با توزیع نرمال، نرمال‌سازی داده‌ها با استفاده از تبدیل‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت با استفاده از تبدیل خودکار Log نرمال گردید. در این تحقیق با استفاده از روش کریجینگ جهانی، مدل‌های دایره‌ای، کروی، نمایی، گوسی، چهار وجهی کروی، پنج وجهی کروی، درجه دو منطقی، Hole effect، K-Bessel، J-Bessel و Stable در محیط ArcGIS ۹.۳.۱ استفاده شد. در کریجینگ جهانی فرض بر این است که یک روند در داده‌ها وجود دارد، ولی تابع روند بطور کامل مشخص نیست. مقادیر داده‌ها، بصورت خطاهای معیار در دو طرف روند ناشناخته نوسان دارند. خطاهای معیار خود همبسته هستند، یعنی شبیه همسایه‌های خودشان، بالاتر یا پایین‌تر از روند قرار دارند. نقاطی که سطح درون‌یابی را تشکیل می‌دهند، میانگین همه نقاط همسایه جستجو شده به‌علاوه روند می‌باشند. جهت تشخیص مناسب‌ترین روش، میانگین اریب خطا (*MBE*) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (*RMSE*) در هر روش محاسبه و ارزیابی شدند.

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(z(x*i) - z(xi))}{n}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(z(x*i) - z(xi)^2)}{n}}$$

در روابط بالا $z(x*i)$ مقدار پیش‌بینی شده پارامتر مورد نظر و $z(xi)$ مقدار واقعی همان پارامتر می‌باشد و با کمک اختلاف این دو مقادیر شاخص‌های آماری ذکر شده بدست می‌آیند. معیار ارزیابی *MBE* نیز بیانگر میانگین انحراف است. این معیار علاوه بر دارا بودن علامت مثبت (بیش برآوردی مدل) و یا منفی (کم برآوردی مدل) مقدار انحراف از مقادیر مشاهده شده را نیز نشان می‌دهد. *MBE* برابر صفر نشان می‌دهد که برآورد مدل خوب بوده و در آن هیچ‌گونه انحرافی وجود ندارد. به طور معمول هر قدر مقدار این معیار و همچنین ریشه دوم میانگین مربعات خطا (*RMSE*) کمتر باشد صحت روش بیشتر است. از

نظر تئوری هرگاه این دو معیار برابر صفر شوند نمایان‌گر این است که مقدار تخمین زده‌شده یک کمیت، دقیقاً برابر مقدار واقعی آن است [9].

لایه ساخته شده بر اساس لایه کاربری اراضی استان جدا شد. تحلیل‌های درون‌یابی در این پژوهش با کاربرد نرم‌افزار Arc Map صورت گرفته است. این نرم‌افزار یکی از قوی‌ترین نرم‌افزارهایی است که می‌توان از آن برای درون‌یابی و تهیه‌ی نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی بهره گرفت.

نتایج وبحث

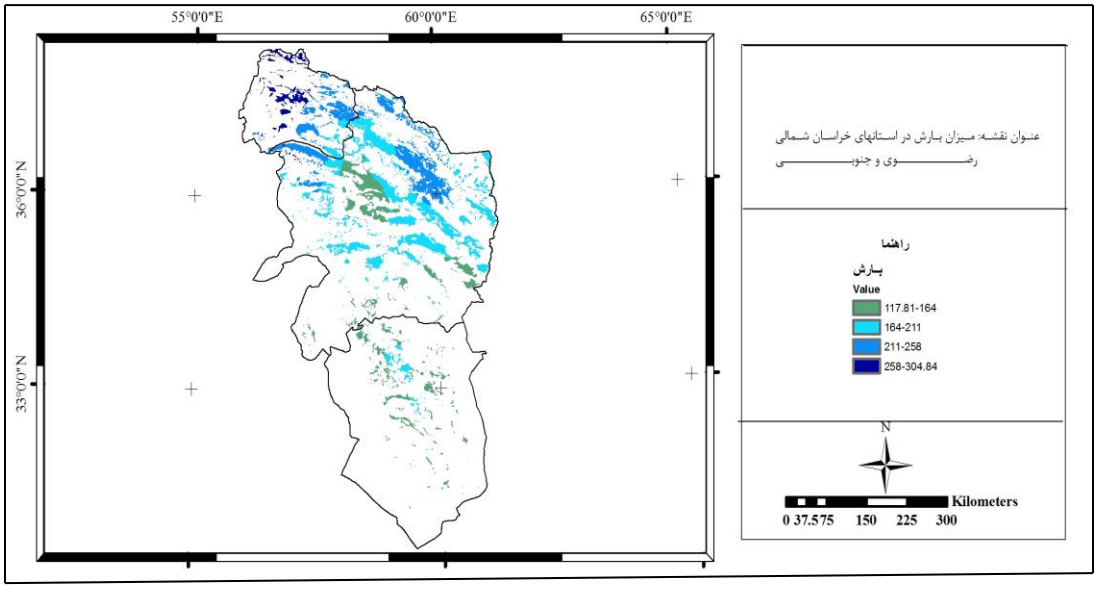
مدل / خطا	دایره‌ای	کروی	کروی چهار وجهی	کروی پنج وجهی	نمایی	گوسی	درجه دو منطقی	Hole effect	K-bessel	J-bessel	Stable
MBE	۱/۶۶	۲/۳۸	۲/۶۹	۶/۲۶	۲/۶۴	۱/۳۶	۰/۸۱	۱/۴۴	۲/۷۳	۳/۴۴	۲/۲۰
RMSE	۲٤/۷۵	۲٤/۲۸	۲٤/٦۳	۲٤/٤٥	۲٤/۸۸	۲٤/٦۱	۲٤/۹٥	۲۲/۹۲	۲٤/۸۷	۲٤/۲۹	۲٤/٦٥

جدول ۱- ارزیابی مدل‌های روش کریجینگ جهانی در برآورد مجموع بارش سالانه

بر اساس میزان خطا (RMSE و MBE) در بین مدل‌های مختلف، برای مقدار بارندگی گیاه رازیانه به ترتیب مدل‌های Hole effect و کروی بهترین مدل و مدل‌های درجه دو منطقی و نمایی نامناسب ترین مدل‌ها بودند (جدول ۲ این مدل می‌تواند به عنوان روشی مناسب جهت تخمین مقدار بارندگی در منطقه به کار گرفته شود.). ثقفیان و همکاران (۱۳۹۰) شبیه گوسی کریجینگ و کوکریجینگ را بهترین الگو برای درون‌یابی میانگین بارش سالانه در استان فارس دانستند [2]. لایه بارش توسط مدل یاد شده بر اساس نقشه کاربری اراضی استان تهیه و بر اساس نیاز بارندگی گیاه رازیانه به صورت نقشه تهیه شد. بر اساس نقشه بارش، بیشترین میزان بارندگی مربوط به استان خراسان شمالی است و هر چه از شمال منطقه به سمت جنوب آن پیش می‌رویم از مقدار بارندگی کاسته می‌شود. گیاه رازیانه در دیمزارهایی با بارندگی متوسط (۳۵۰ تا ۴۵۰ میلیمتر در سال) و پراکنش نسبتاً مناسب می‌تواند دوره رشد خود را تکمیل کرده و عملکرد اقتصادی قابل قبولی را تولید نماید. با توجه به نقشه بارش سه استان خراسان و نیاز آبی رازیانه، می‌توان نتیجه گرفت این استان‌ها از نظر بارش مناسب برای کشت رازیانه نیستند و زراعت رازیانه در این سه استان توصیه نمی‌شود.

در کشور ما به خاطر محدودیت شدید بارش، وجود گرمای طاقت‌فرسا در تابستان و سرماهای شدید در زمستان، شناخت آب و هوا نقش ویژه‌ای در موفقیت کشاورزی ایفا می‌کند. میزان تولید محصولات کشاورزی همبستگی بالایی با نزولات جوی و

مناسب بودن شرایط آب وهوایی در هر سال دارد. هدف نهایی از بررسی تغییرات مکانی بارش، شبیه‌سازی مطمئن تغییرات اطلاعات بارش در بعد مکان است، به نحوی که زمینه برای اهداف بعدی از جمله پیش‌بینی بارش و به دست آوردن اطلاعات لازم برای تحلیل بلند مدت وضعیت بارش در هر منطقه از محدوده مورد مطالعه فراهم گردد [10].



شکل ۲- نقشه بارش استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی

منابع

امیری ده احمدی، سید رضا، رضوانی مقدم، پرویز و احیایی، حمید رضا؛ نشریه پژوهشهای زراعی ایران، بهار ۹۱، صفحات ۱۲۴-۱۱۶.

ثقفیان، بهرام، رزمخواه، هما و قرمز چشمه، باقر؛ مجله‌ی مهندسی منابع آب، تابستان ۱۳۹۰، صفحات ۳۹-۲۸.

عساکره، حسین، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، ۱۳۸۷، صفحات ۴۲-۲۵.

فاطمی‌قیری، سارا و یزدان‌پناه، حجت‌الله؛ فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، شماره۴۰ ، ۱۳۹۱. صفحات ۶۳-۴۶.

فرجی سبکیار، حسنعلی و عزیزی، قاسم؛ پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸، ۱۳۸۵، صفحات ۱۵-۱.

قهرودی تالی، محمد، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۳، ۱۳۸۱، صفحات ۱۰۸-۹۵.

کاظمی، حسین، طهماسبی سروستانی، زین العابدین، کامکار، بهنام، شتایی، شعبان و صادقی، سهراب؛ نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، شماره ۴، ۱۳۹۲، صفحات ۴۰-۲۱.

شقاقی، محسن، نظری فر، مهدی، مومنی، رضا و زواره‌ای مقدم، زکیه؛ اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری بهینه از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود، شهرکرد، ۱۳۸۵، صفحات ۴۹-۴۲.

لباسچی، محمد حسین، شریفی عاشورآبادی، ابراهیم و بختیاری رمضانی، محمد؛ فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. شماره ۲۶، ۱۳۸۹، صفحات ۱۳۲-۱۲۱.

Adab, Hamed, Fallah Ghalhari. Gholam abbas, Mirzabayati, Reza, GEOMATICS 2008 AND 4th Conference unification geographical names, Tehran, 11 May.

Cheng, K., Sh. Lin, and J.J. Liou. 2008. Rain- gauge network evaluation and augmentation using geostatistics. Hydrol. Proc. 22: 2554-2564.