پهنه بندی ارزیابی تناسب آبیاری سطحی و تحت فشار با استفاده از زمین آمار در اراضی تراس بالایی ارس در پارس آباد مغان

زهره بندلی زاده[1] و حسین ترابی گل سفیدی*[2]

۱- دانش آموخته ی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه شاهد

۲*- نویسنده ی مسئول: استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شاهد htorabi@shahed.ac.ir

چکیده

یکی از اولویتهای اصلی بخش کشاورزی استفاده صحیح از منابع آب و خاک است. این مطالعه با هدف تعیین توانمندی خاک و اراضی این منطقه جهت انتخاب روش آبیاری مناسب انجام شد. برای انجام این تحقیق از نتایج مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی ۴۵۴ خاکرخ، در اراضی واحد دوم عمرانی خداآفرین به مساحت تقریبی ۱۲۵۰۰ هکتار استفاده گردید. هفت خصوصیت خاک تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری به روش پارامتریک، برای محاسبه شاخص ظرفیت آبیاری (Ci) سطحی، بارانی و قطره‌ای استفاده گردید. بررسی‌های واریوگرافی شاخص‌ها برای هر سه شاخص تناسب آبیاری نشان داد که داده‌ها دارای ساختار فضایی متوسطی هستند. مدل برازش داده شده بر واریوگرام تجربی برای هر سه شاخص تناسب آبیاری، نمایی بود. خطای پهنه‌بندی به روشIDW کمتر از روش کریجینگ بوده است. نتایج پهنه‌بندی به روش IDW نشان داد که ۴۳۷۰ هکتار از اراضی مورد مطالعه برای آبیاری سطحی در کلاس S1، ۶۱۷۲ هکتارS2، ۲۱۴۵ هکتارS3، ۳۵۲ هکتارN1 و ۱۷ هکتارN2 بودند. در روش آبیاری بارانی ۲۲۴۶ هکتار در کلاسS1، ۷۸۰۹ هکتار S2، ۱۰۱۸ هکتار S3، ۵۲ هکتار N1 و در روش آبیاری قطره‌ای ۹۲۹ هکتارS1، ۹۷۱۵ هکتار S2، ۴۱۶۸ هکتار S3 و ۱۶۰ هکتار N1 بودند. مهم‌ترین عوامل محدود کننده در دو روش آبیاری سطحی و بارانی، پارامترهای فیزیکی خاک (بافت و گچ) و شیب و در روش آبیاری قطره‌ای نیز پارامترهای فیزیکی خاک بوده ولی شیب تاثیر بسیار کمتری در کاهش تناسب آبیاری قطره‌ای داشت.

واژگان کلیدی: روش پارامتریک، شاخص ظرفیت آبیاری، کلاس تناسب آبیاری، کریجینگ، وزن دهی معکوس فاصله

مقدمه

یکی از اولویت های اصلی بخش کشاورزی استفاده صحیح از منابع آب و خاک است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک آب مهم‌ترین عامل محدودکننده توسعه کشاورزی است و انتخاب روش‌های مناسب آبیاری جهت افزایش کارآیی آب یکی از راه‌های مدیریتی موثر در راستای ارتقای بهره‌وری از منابع آب به شمار می‌رود. در این رابطه علاوه بر مسائل فنی و اقتصادی، تناسب اراضی برای آبیاری نیز بایستی مدنظر قرار گیرد.

اساس تهیه دستورالعمل ارزیابی تناسب اراضی برای آبیاری، Sys et al.(1991) می‌باشند. هدف از سیستم ارزیابی پارامتریک، ارائه روشی کمی است که اجازه ارزیابی اراضی برای اهداف آبیاری را فراهم می‌نماید و اساس آن، خصوصیات قابل اندازه‌گیری ظاهری و مشخصات فیزیکی و شیمیایی نیمرخ خاک است. Dengiz (2006) روش‌های مختلف تناسب آبیاری را برطبق روش ارزیابی پارامتریک در اراضی مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات جنوب آنکارا بررسی و با تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکی خاک، توپوگرافی، شوری، زهکشی نشان داد که ۱۳/۱ درصد از اراضی منطقه برای آبیاری سطحی کاملاً مناسب و ۵۱/۲ درصد اراضی برای آبیاری قطره‌ای و موضعی کاملاً مناسب می‌باشند و در نهایت روش آبیاری قطره‌ای را به عنوان بهترین روش آبیاری برای بیش از نیمی از ناحیه تحت مطالعه پیشنهاد داد.

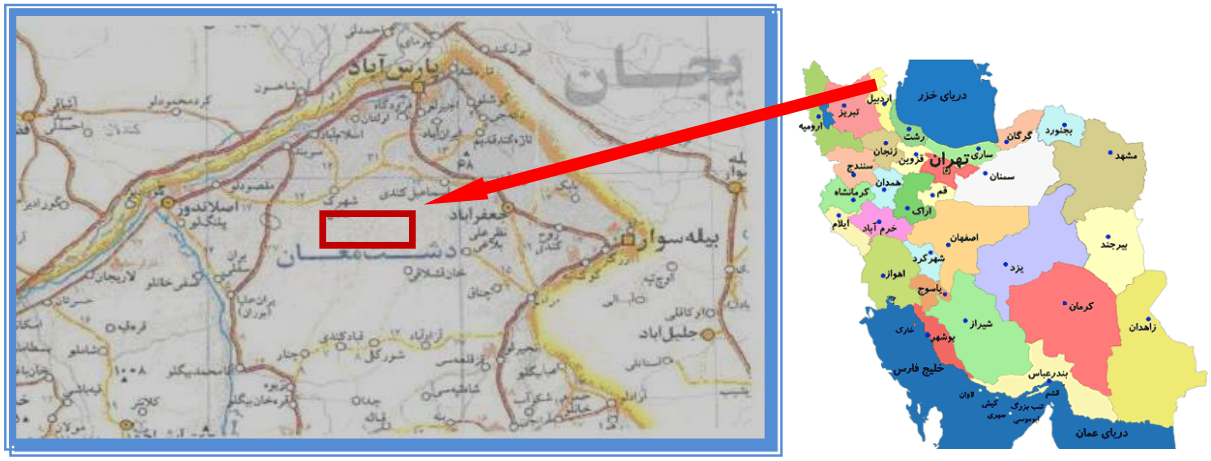
Barberis and Minelli (2005) طبقه‌بندی تناسب اراضی برای دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای را با کمک سیستم پارامتریک اصلاح شده بر طبق روش پیشنهادی Sys et al.(1991) در شهر شویانگ چین انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که به علت ژئومورفولوژی خاص، تناسب اراضی برای آبیاری سطحی ۳۴ درصد کمتر از آبیاری قطره‌ای ۶۲ درصد

است. الباجی و همکاران (۱۳۸۶) در ارزیابی تناسب آبیاری در اراضی دشت شاوور خوزستان به روش پارامتریک و با استفاده از GIS نشان دادند که ۱۴۹۵۲ هکتار از اراضی منطقه مورد مطالعه برای آبیاری قطره‌ای بسیار مناسب (S1)می‌باشد. ترابی گل سفیدی (۱۳۹۴) با تلفیق دستورالعمل تهیه شده برای آبیاری سطحی توسط Sys et al.(1991) و همچنین دستورالعمل Dengiz (2006) برخی از خصوصیات مورد استفاده در این دستورالعمل را اصلاح و ارائه کرد.
هدف از انجام این تحقیق، تعیین کلاس های تناسب برای روش های مختلف آبیاری و مقایسه ی روش کریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله در پهنه بندی شاخص های ظرفیت آبیاری (Ci) در اراضی واحد دوم عمرانی خداآفرین در شهرستان پارس آباد می باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت مغان در شمال غربی ایران در موقعیت شمال استان اردبیل و در همسایگی کشور آذربایجان واقع شده است. محدوده دشت مغان شامل سه شهرستان پارس آباد، بیله سوار و گرمی می‌باشد. رودخانه ارس به عنوان رودخانه مرزی و مشترک بین کشور ایران و آذربایجان در بخش شمال دشت مغان جریان دارد. زمین نما و شکل زمین غالب در منطقه مورد مطالعه، پادگانه (تراس) فوقانی ارس می‌باشد. منطقه مورد مطالعه، اراضی واحد عمرانی دوم خداآفرین با مساحتی حدود ۱۲۵۰۰ هکتار در محدوده شهرستان‌های پارس‌آباد و بیله‌سوار در حد فاصل ۴۷ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی، این محدوده از طرف شمال به کانال اصلی مغان، از سمت جنوب با خط ارتفاعی موسوم به تراز ۳۰۰ متر از سطح دریا اطراف کانال اصلی در دست احداث، از سمت غرب با محدوده اراضی پایاب و پمپاژ فتحعلی و از سمت شرق با اراضی مرتعی نزدیک جعفر آباد محدود می باشد. در این منطقه، میانگین دمای سالانه ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد، میانگین بارندگی سالانه ۲۷۸ میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی هوا ۷۳/۸ درصد و میانگین سالانه تبخیر و تعرق پتانسیل ۱۰۲۳/۸ میلی‌متر می‌باشد. این منطقه دارای رژیم حرارتی ترمیک و رژیم رطوبتی اریدیک ضعیف در مرز رژیم رطوبتی زریک می‌باشد.



شکل ۱ – محدوده محلی، استانی و کشوری منطقه مورد مطالعه

داده های خاک– در این مطالعه ۴۵۴ خاکرخ به روش شبکه بندی منظم به ابعاد ۵۰۰ در ۵۰۰ متر مربع (۲۵ هکتار) در اراضی واحد دوم عمرانی خداآفرین به مساحت تقریبی ۱۲۵۰۰ هکتار حفر، تشریح و از کلیه لایه‌ها و افق‌های ژنتیکی مورد مطالعه، نمونه‌برداری صورت گرفته و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مربوطه در آزمایشگاه انجام شده است. با توجه به نتایج حاصله خاک‌های منطقه در سیستم رده‌بندی جدید آمریکایی (U.S.D.A. Keys to Soil Taxonomy, 2010) تا حد فامیل خاک رده‌بندی و بر اساس سایر اطلاعات موجود تا حد فاز سری تفکیک شدند(ترابی گل سفیدی،

۱۳۹۲). در مجموع خاک‌های منطقه مورد مطالعه در دو رده ی اریدی‌سول و انتی‌سول، ۵ زیر رده، ۸ گروه‌بزرگ، ۱۲ زیرگروه‌بزرگ و ۴۱ سری خاک قرار گرفتند (ترابی گل سفیدی، ۱۳۹۲).

انجام ارزیابی تناسب آبیاری به روش پارامتریک

به هر یک از خصوصیات اراضی مورد اشاره که روی تناسب خاک برای آبیاری موثر هستند، براساس دستورالعمل و جداول (ترابی گل سفیدی، ۱۳۹۴ و دنگیز، ۲۰۰۶) ، امتیاز صفر تا ۱۰۰ داده می‌شود. سپس براساس رابطه‌ی زیر شاخص ظرفیت برای آبیاری[1] محاسبه می‌گردد (سایز و همکاران، ۱۹۹۱).

$$Ci = A \cdot \frac{B}{100} \cdot \frac{C}{100} \cdot \frac{D}{100} \cdot \frac{E}{100} \cdot \frac{F}{100} \cdot \frac{G}{100}$$

Ci: شاخص ظرفیت برای آبیاری، A: درجه (امتیاز) بافت خاک، B: درجه عمق خاک، C: درجه وضعیت آهک $CaCO_3$ D: درجه وضعیت گچ $CaSO_4.2H_2O$ ، E: درجه شوری/ سدیمی، F: درجه زهکشی، G: درجه شیب

کلاس‌های ظرفیت (تناسب) آبیاری براساس مقدار Ci مطابق جدول تعیین می‌گردد.

جدول۱- شاخص‌های ظرفیت برای تعیین کلاس ظرفیت آبیاری

توصیف کیفی	کلاس	مقدار شاخص ظرفیت آبیاری (Ci)
عالی (Excellent)	**I or S1**	**> 80**
مناسب (Suitable)	**II or S2**	**60-80**
نسبتاً مناسب (Slightly Suitable)	**III or S3**	**45-60**
تقریباً نامناسب (Almost Unsuitable)	**IV or N1**	**30-45**
نامناسب (Unsuitable)	**V or N2**	**< 30**

برای کلاس‌های ۲ تا ۵ می‌توان بر اساس عامل یا عوامل محدود کننده، به شرح زیر تحت کلاس تعیین نمود:

S: محدودیت‌های مربوط به خصوصیات فیزیکی خاک A، B، C، D

n: محدودیت‌های مربوط به شوری/ سدیمی E

w: محدودیت‌های مربوط به خیسی خاک یا زهکشی F

t: محدودیت‌های پستی و بلندی G

عملیات پهنه بندی به دو روش کریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله (IDW) انجام شد.

نتایج و بحث

پس از محاسبه شاخص تناسب برای سه روش آبیاری برای ۴۵۴ پروفیل خاک، اقدام به پهنه‌بندی این شاخص‌ها از نقشه‌های نقطه‌ای به نقشه‌های پیوسته تناسب آبیاری گردید. مقدمات انجام این فرایند بررسی آماره‌های توصیفی، واریوگرافی و بررسی وجود وابستگی یا عدم وابستگی مکانی داده هاست. جدول۲ آمار توصیفی شامل میانگین، واریانس، مقادیر ماکزیمم و مینیمم کشیدگی چولگی و ضریب تغییرات شاخص‌های تناسب آبیاری را نشان می‌دهد.

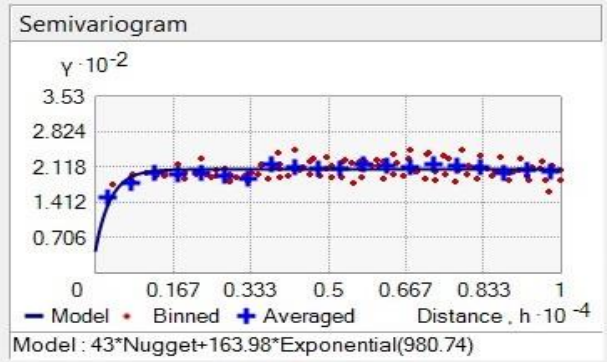
جدول۲- آمار توصیفی شاخص‌های ارزیابی تناسب آبیاری

متغیر	تعداد	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات
شاخص تناسب برای آبیاری سطحی	۴۵۴	۲۵/۶	۱۰۰	۷۲/۵۳	-۰/۴۳	-۰/۴۹۵	۰/۱۹۹
شاخص تناسب برای آبیاری بارانی	۴۵۴	۳۹/۶	۹۵	۷۴/۴۲	-۰/۴۷	-۰/۱۰۸	۰/۱۳۹
شاخص تناسب برای آبیاری قطره‌ای	۴۵۴	۳۸/۳	۸۵/۵	۶۷/۹۶	-۰/۳۹	-۰/۲۹۸	۰/۱۴۳

[1] Capability Index for Irrigation

با توجه به جدول شاخص آبیاری بارانی دارای بیشترین میانگین و شاخص آبیاری قطره‌ای دارای کمترین میانگین است. واریانس که معیاری از پراکندگی مقادیر در اطراف میانگین می‌باشد برای شاخص آبیاری سطحی بیشترین و برای شاخص آبیاری قطره‌ای کمترین مقدار را دارا می‌باشد. ضریب تغییرات یا CV که معیاری از تغییر پذیری نسبی می‌باشد برای هر سه شاخص آبیاری سطحی و بارانی و قطره‌ای کمتر از ۰/۲۵ (۲۵ درصد) بوده و بر اساس طبقه‌بندی ویلدینگ و درس در گروه تغییرات کم تا متوسط قرار می‌گیرند(Wilding and Drees, 1983).

بهترین مدل برازش داده شده برای هر سه شاخص‌های تناسب آبیاری، مدل نمایی (شکل۲) با مقدار ضریب تبیین (R^2) ۰/۶ تا ۰/۷۵ است که نشان از مطلوب نبودن آن است. از طرفی بررسی استحکام ساختار فضایی شاخص ها با کمک نسبت $C_0/(C+C_0)$ برای هر کدام از آنها نشان داد که مقدار آن بیشتر از ۰/۵ و کمتر از ۰/۷ است. مقادیر ۰/۲۵ تا ۰/۷۵ این نسبت، نشان دهنده‌ی وجود ساختار مکانی متوسط می‌باشد (حسنی پاک، ۱۳۸۹).

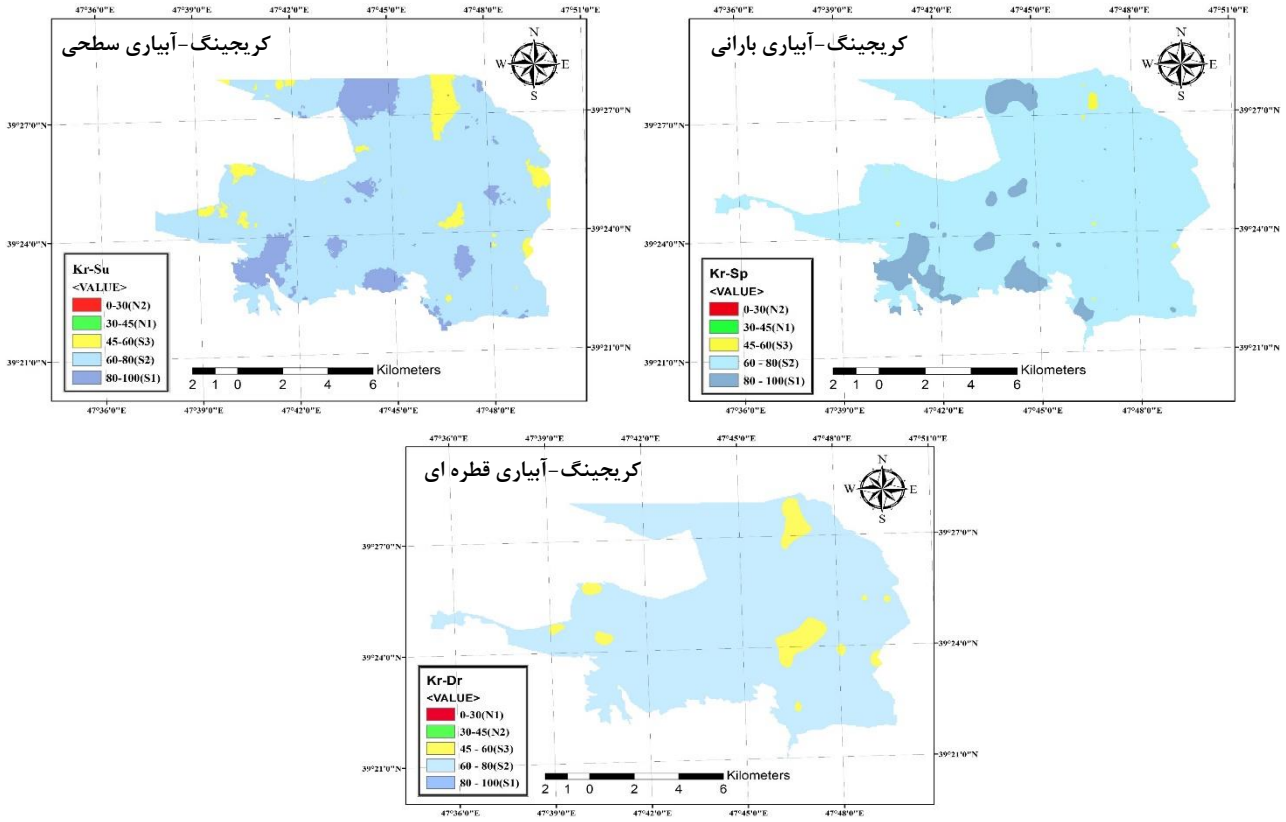


شکل۲- نیم‌تغییرنمای تجربی و مدل برازش داده شده شاخص آبیاری سطحی

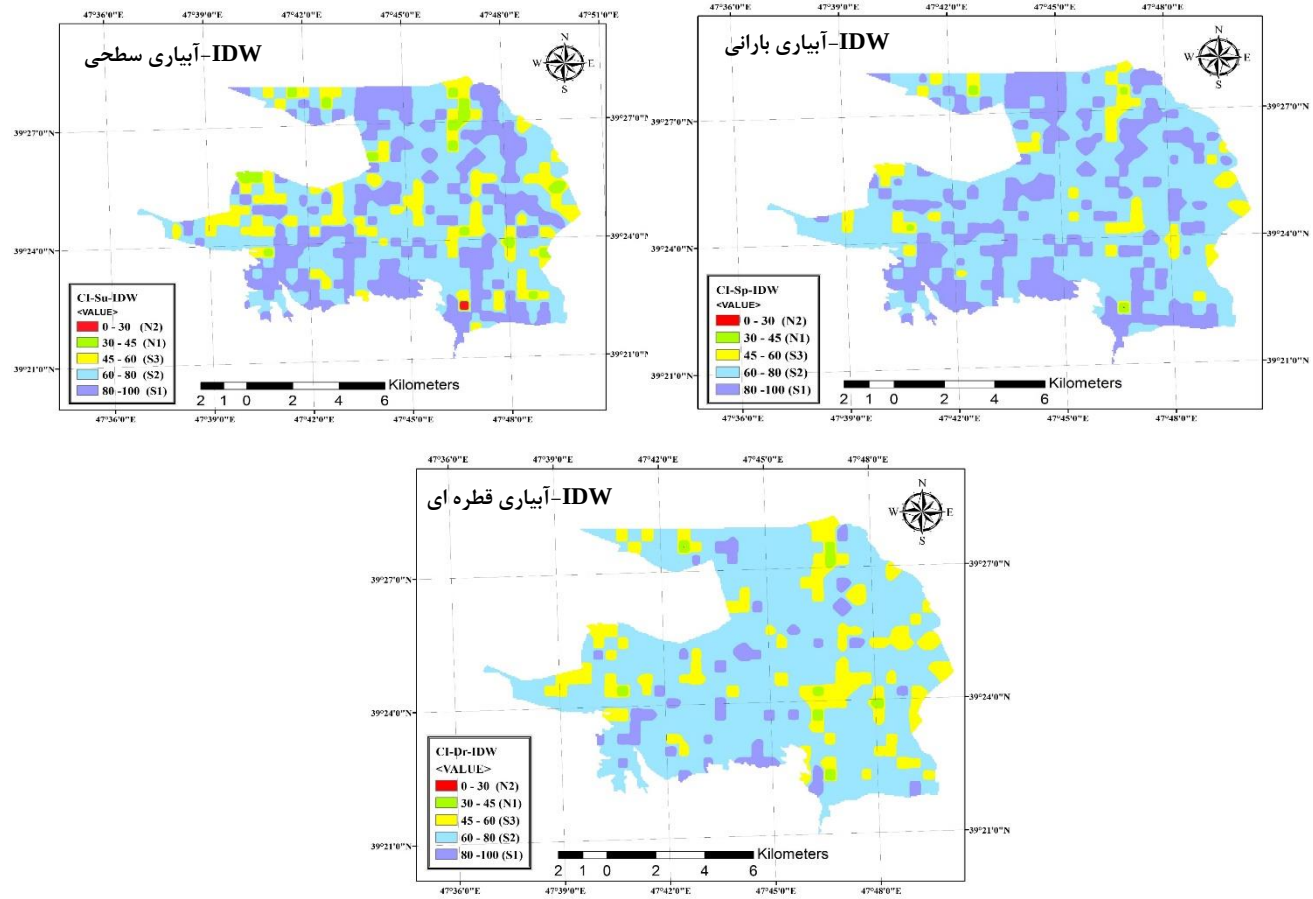
نتایج ارزیابی درون‌یابی کریجینگ نشان داد که در پهنه‌بندی شاخص‌های تناسب آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای، میزان ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) به ترتیب برابر ۰/۸۹۵ ، ۰/۹۲۷ و ۰/۹۴۸ می‌باشند که اگر میزان این خطا بین ۰/۷۵ تا ۱ باشد، صحت تخمین خیلی ضعیف و اگر کمتر از ۰/۲۵ باشد عالی است. با این وجود نقشه‌های پهنه‌بندی شاخص‌های تناسب آبیاری به روش کریجینگ تهیه و در شکل۳ نشان داده شده است. به دلیل زیاد بودن خطای تخمین در روش کریجینگ از روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) نیز برای درون یابی شاخص‌های تناسب آبیاری استفاده و نقشه‌های آنها در شکل۴ نشان داده شده است. ارزیابی درون یابی انجام شده به روش IDW نشان داد که ریشه میانگین مربعات خطا برای شاخص تناسب آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای به ترتیب ۰/۳۵، ۰/۳۰ و ۰/۲۵ می‌باشد که نشان دهنده‌ی صحت تخمین قابل قبول است.

نتیجه‌گیری

نتایج پهنه‌بندی به روش کریجینگ نشان داد که ۱۲۰۰ هکتار از اراضی مورد مطالعه برای آبیاری سطحی در کلاس S1، ۱۰۸۹۴ هکتار در کلاس S2 و ۶۳۴ هکتار در کلاس S3 بودند. در روش آبیاری بارانی, ۱۱۳۰ هکتار در کلاس S1, ۱۱۹۸۱ هکتار کلاس S2 و ۴۱ هکتار در کلاس S3 بودند و در روش آبیاری قطره‌ای, ۱۲۴۹۲ هکتار در کلاس S2 و ۶۶۳ هکتار در کلاس S3 بودند. نتایج پهنه‌بندی به روش IDW نیز نشان داد که ۴۳۷۰ هکتار از اراضی مورد مطالعه برای آبیاری سطحی S1، ۶۱۷۲ هکتار S2، ۲۱۴۵ هکتار S3، ۳۵۲ هکتار N1 و ۱۷ هکتار N2 است. در روش آبیاری بارانی ۲۲۴۶ هکتار S1، ۷۸۰۹ هکتار S2، ۱۰۱۸ هکتار S3، ۵۲ هکتار N1 و در روش آبیاری قطره‌ای ۹۲۹ هکتار S1، ۹۷۱۵ هکتار S2، ۴۱۶۸ هکتار S3 و ۱۶۰ هکتار N1 بودند. خطای پهنه‌بندی به روشIDW کمتر از روش کریجینگ بوده است. پهنه بندی به روش کریجینگ به علت خصوصیت نرم کنندگی آن(smoothing) نتوانست نقاط محدود با کلاس نامناسب را نمایش دهد. مهم‌ترین عوامل محدود کننده با توجه به تحت کلاس‌ها در دو روش سطحی و بارانی، پارامترهای فیزیکی خاک (بافت و گچ) و شیب و در روش آبیاری قطره‌ای بیشترین محدودیت برای پارامترهای فیزیکی خاک (بافت، گچ و کربنات کلسیم) بدست آمد ولی شیب تاثیر بسیار کمتری در کاهش تناسب آبیاری قطره‌ای داشت.



شکل۳- پهنه‌بندی تناسب اراضی برای شاخص آبیاری سطحی، بارانی و قطره ای با استفاده از کریجینگ



شکل۴- پهنه‌بندی تناسب اراضی برای شاخص آبیاری سطحی، بارانی و قطره ای با استفاده از روش وزن دهی معکوس فاصله (IDW)

منابع

۱- الباجی، م. (۱۳۸۶). ارزیابی تناسب اراضی برای زراعت آبی به دو روش آبیاری تحت‌فشار (قطره‌ای) و سطحی (غرقابی) برای محصولات عمده زراعی در دشت شـاوور. پایان‌نامه کارشناسـی ارشـد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۷۷ص.

۲- ترابی گل سفیدی، ح. (۱۳۹۲). نقشه برداری تفصیلی خاک و پهنه بندی دقیق برخی از مهم ترین خصوصیات آن در ۱۲۵۰۶ هکتار اراضی خداآفرین (واحد عمرانی۲) دشت مغان با استفاده از روش زمین آمار و GIS. گزارش نهایی طرح کاربردی، معاون پژوهش و فناوری نوین دانشگاه شاهد، ۵۷۵ ص.

۳- ترابی گل سفیدی ح. (۱۳۹۴). دستورالعمل ارزیابی تناسب اراضی برای روش‌های آبیاری به روش پارامتریک، شرکت مهندسین مشاور جاماب، ۲۱ ص.

۴- حسنی پاک، ع. ا. (۱۳۸۹). زمین آمار (ژئواستاتیستیک). انتشارات دانشگاه تهران.

5- Barberis, A., and Minelli, S. (2005). Land Evaluation in the Shouyang County, Shanxi Province, China. 25th Course Professional Master. 8th Nov 2004-23 Jun 2005. IAO, Florence, Italy.

6- Dengiz, O. (2006). Comparison of different irrigation methods based on the parametric evaluation approach. *Turkish journal of agriculture and forestry*, *30*(1), 21-29.

7- Sys, Ir. C., Vanrast, E. and Debaveye, Ir. J. (1991). Land Evaluation. Part 2. Methods in land evaluation. Ghent, Belgium. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists. Ghent University, Ghent. 247 pp

8- Wilding, L. P., and Drees, L. R. (1983). Spatial variability and pedology. Capítulo 4: Wilding, LP, Smeck, NE & Hall, GF (eds.): Pedogenesis and soil taxonomy I. Concepts and interactions. *Developments in Soil Science A*, *11*.

Mapping of Land Suitability Evaluation for Surface and Under Pressure Irrigation by Geostatistic Methods on Upper Terrace of Aras River in ParsAbad-e-Moghan

Zohreh andalizadeh[1] and Hossein Torabi-Golsefidi*[2]

1. MSc. Graduated of Shahed University
2.* Corresponding Author: Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, htorabi@shahed.ac.ir

Abstract

One of the main priorities of the agriculture is the proper use of water and soil resources. Land suitability evaluation for irrigation was carried out based on the morphological, physical and chemical characteristics of 454 soil profiles on the 12500 hectares of the second development unit of Khoda-afarin. The study area was located on the upper terrace of Aras River in ParsAbad Township. Seven soil characteristics were used for calculation of irrigation capacity index (Ci) for three methods of surface, sprinkler and drip irrigation. The weighted average of the above soil characteristics were calculated up to 100 cm depth of soil profile by parametric method. Geostatical analysis and interpolation of soil properties were carried out by kriging and IDW, then their maps were prepared by ArcGIS10.1. Exponential models were fitted for all of Ci. The variography studies of indices showed that the spatial variability structure was not strong (r=0.65 to 0.75 and C0/C+C0=0.5 to 0.75). Root mean square error (RMSE) for IDW mapping was less than RMSE of Kriging. Mapping of Ci by inverse distance weighting (IDW) method showed that the suitability classes for surface irrigation were 4370 ha S1, 9172 ha S2, 2145 ha S3, 352 ha N1, and 17 ha N2 respectively. The suitability classes for sprinkler irrigation were 2246 ha S1, 7809 ha S2, 1018 ha S3, and 52ha N1 respectively. The suitability classes for drip irrigation were 929 ha S1, 9715 ha S2, 4168 ha S3, and 160 ha N1 respectively. The most important limiting factors for surface and sprinkler irrigation were soil texture, gypsum and slope, but for drip irrigation, they were soil texture, gypsum and calcium carbonate. The slope limitation had much less effect on drip irrigation.

Keywords: Parametric method, Irrigation capacity index, Suitability class for irrigation, kriging, Inverse distance weighting (IDW)