تعیین حاصلخیزی خاک با استفاده از مدل تصمیم گیری چند معیاره در حوضه دشت تربر ـ داریان در استان فارس

مرضیه مکرم[۱*]، سعید نگهبان[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۱)

چکیده

حاصلخیزی خاک توصیف کننده توانایی و قابلیت خاک به منظور ایجاد شرایط رشد پایا، بهینه و مطلوب گیاه است. عناصر موجود در خاک اثرات سازنده‌ای بر روی ساختمان، بافت، میزان نگهداشت آب و نفوذ آب در خاک دارند. از طرفی با توجه به درصد عناصر موجود در خاک، میزان کود مورد استفاده برای گیاهان مختلف متفاوت می‌باشد. همچنین یکی از اهداف عمده کشاورزی پیشرفته، استفاده بهینه از کودهای شیمیایی می‌باشد. مصرف کودهای شیمیایی بدون در نظر گرفتن میزان عناصر موجود در خاک، باعث بر هم زدن تعادل عناصر غذایی، هدر رفت انرژی و ایجاد مشکلات زیست محیطی می‌شود. بنابراین بررسی و تعیین میزان حاصلخیزی خاک با توجه به نوع گیاه به منظور تعیین کود دهی و مدیریت‌های بعدی اراضی کشاورزی مهم می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع، این پژوهش سعی دارد که به بررسی حاصلخیزی خاک در حوضه دشت تربر ـ داریان استان فارس (غرب ایزدخواست) را مورد بررسی قرار دهد. در این مطالعه پارامترهایی مانند پتاسیم، فسفر، مواد آلی، مس، منگنز، روی و آهن مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از داده‌های ۳۸ نمونه خاک منطقه استفاده و از روش میانگین عکس فاصله (IDW) به منظور تهیه نقشه پهنه بندی هر یک از عناصر در محیط GIS استفاده شد. همچنین به منظور همگن ساختن مقادیر و قرار دادن آن‌ها بین ۰ تا ۱ و حذف واحدهای متفاوت داده‌ها و تهیه نقشه نهایی حاصلخیزی خاک، از روش فازی استفاده شد. توابع عضویت فازی با استفاده از استانداردهای حاصلخیزی خاک تهیه شدند. در نهایت به منظور تهیه نقشه نهایی حاصلخیزی خاک با سطح اطمینان‌های مختلف از روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA) استفاده شد. نتایج نهایی حاصل از حاصلخیزی خاک منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش OWA نشان داد که با کاهش ریسک پذیری (بدون trade-off) اکثر قسمت‌های منطقه مشکلی از نظر حاصلخیزی خاک ندارد به طوریکه کلاس ۴ و ۵ با ویژگی حاصلخیزی خاک متوسط و خوب، دارای مساحت بیشتری نسبت به بقیه کلاس‌ها می‌باشند که این مقدار برابر ۱۳/۹۸ کیلومتر مربع می‌باشد. با افزایش سطح اطمینان و کاهش ریسک پذیری، مناطق نامناسب از نظر حاصلخیزی خاک بیشتر شد. به طوریکه بیشتر منطقه مورد مطالعه در کلاس یک که دارای حاصلخیزی خاک نامناسبی است (در محدوده کمتر از ۰/۱۲۵)، قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی خاک، فازی، میانگین وزنی مرتب شده (OWA)

۱- استادیار بخش مرتع و آبخیز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز (مکاتبه کننده)

۲- استادیار بخش جغرافیا، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز

* پست الکترونیک: m.mokarram@shirazu.ac.ir

مقدمه

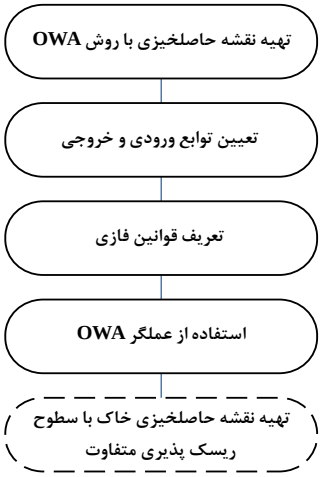
در جهان امروز یکی از مشکلات اساسی بشر تأمین نیازهای غذایی است، به گونه‌ای که امنیت غذایی به عنوان یکی از اهداف مهم سرلوحه برنامه‌های دولت قرار گرفته است. بدون شک به منظور نیل به امنیت غذایی علاوه بر اتخاذ سیاست‌های مطلوب و برخورداری از منابع کافی باید تولید کشاورزی به گونه‌ای باشد که تمامی نیازهای جامعه را برآورده کند. بهترین راه برای نیل به این مهم افزایش تولید در واحد سطح است. به گفته ملکوتی و غیبی (Malakouti & Gheibi, 2000) در بین فاکتورهای مؤثر در کشاورزی، اضافه کردن متعادل کود شیمیایی بیشتر از سایر فاکتورها در افزایش تولید محصولات کشاورزی مؤثر است. تعیین درجه حاصلخیزی خاک برای مشخص کردن میزان کود دهی بسیار مهم است. در سالهای اخیر پژوهش‌های متعددی را در زمینه حاصلخیزی خاک در نقاط مختلف جهان شاهد بوده‌ایم که از آن جمله می‌توان به ارزیابی کمی برای حاصلخیزی خاک در گایو چین با استفاده از تکنیک فازی و AHP در محیط GIS توسط ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2004) و مطالعه حاصلخیزی خاک را برای کشت برنج در فیلیپین توسط دوبرمان و همکاران (Dobreman *et al.*, 1998) و ابرثور و همکاران (Oberthür *et al.*, 2000) اشاره کرد. اعمی ازغدی و همکاران (Ama Azghadi *et al.*, 2010) از مدل تحلیل سلسله مراتبی به منظور تهیه نقشه حاصلخیزی خاک استفاده نمودند. به منظور تهیه نقشه حاصلخیزی خاک از نظر مواد آلی، فسفر و پتاسیم جهت کشت گندم در دشت شاوور استان خوزستان وضعیت منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت و نقشه حاصلخیزی تهیه گردید. نتایج نشان داد که ۱۲/۷۳ درصد وسعت منطقه در رتبه خیلی ضعیف از لحاظ حاصلخیزی قرار می‌گیرد. امروزه از روش‌ها و ابزارهای متفاوتی برای مطالعات خاکشناسی از جمله تعیین حاصلخیزی خاک‌ها استفاده می‌شود. با توجه به اینکه مباحث اقتصادی در زمینه‌های مختلف کشاورزی بسیار مهم می‌باشد، استفاده از روش‌هایی که مباحث اقتصادی را دربرگیرد، خیلی مهم به نظر می‌رسد. یکی از روش‌هایی که اخیراً در مطالعات مختلف برای رسیدن به هدف فوق مورد بررسی قرار می‌گیرد، استفاده از میانگین وزنی مرتب شده (OWA[1]) می‌باشد. در این روش با اعمال سطح اطمینان‌های مختلف تصمیم گیری‌های مختلفی می‌توان اتخاذ نمود. این روش برای اولین بار توسط یگار (Yager, 1993) ابداع شد. با استفاده از این روش در علوم طبیعی مطالعات متعددی انجام شده است که می‌توان به مطالعات مالکزیوسکی، (Malkzyouski, 2006) از تکنیک OWA برای تهیه نقشه‌های تناسب اراضی با سطح ریسک پذیری مختلف استفاده کرد. همچنین بیل و همکاران (Bill *et al.*, 2007) از تکنیک OWA به منظور مطالعات زیستی بهره گرفتند. دروبن و لیسس (Drobne & Lisec, 2009) روش OWA و WLC[2] را با هم مقایسه نموده و برتری روش OWA را به اثبات رساند.

مکرم و امین زاده (Mokarram & Aminzadeh, 2010) از روش OWA به منظور تعیین نقشه‌ها پهنه بندی حاصلخیزی خاک در دشت خوزستان استفاده شد. نتایج نشان داد که با استفاده از سطح ریسک پذیری متفاوت می‌توان نقشه‌های متفاوتی از حاصلخیزی را برای منطقه مورد مطالعه تعیین نمود. لئو (Liu, 2013) از روش OWA به منظور بررسی الگوهای فضایی در لندن استفاده نمودند. نتایج نشان دادند که این روش دارای دقت بالایی در بررسی و طبقه بندی الگوهای فضایی می‌باشد. احمد (Ahmed, 2014) از روش OWA برای بررسی لغزش با سطوح مختلف ریسک پذیری استفاده نمود. مریگو و همکاران (Merigó *et al.*, 2015) از روش OWA به منظور بررسی و ساخت اعداد فازی در واریانس و کوواریانس استفاده نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از این روش برای بررسی و طبقه بندی اعداد بسیار مفید می‌باشد.

با توجه به اهمیت و ضرورت مدیریت و اقتصاد کشاورزی، به منظور تولید کشاورزی مطلوب و بهینه، در مناطق مختلف از جمله مناطق خشک و نیمه خشک استفاده از روش OWA ضرورت دارد، در این مطالعه حاصلخیزی خاک جنوب استان فارس با استفاده از روش OWA مورد بررسی قرار گرفت. این روش به عنوان یکی از روش‌های تصمیم گیری که قابلیت در نظر گرفتن اولویت‌های تصمیم گیری را داراست، معرفی می‌شود که با توجه به

1- Ordered Weighted Averaging
2 -Weighted Linear Combination

سطح ریسک پذیری تصمیم گیری‌های مختلفی برای بررسی حاصلخیزی خاک و اصلاح آن می‌توان برای منطقه مورد مطالعه اتخاذ نمود. مراحل تعیین حاصلخیزی خاک منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA) در شکل زیر نشان داده شده است.



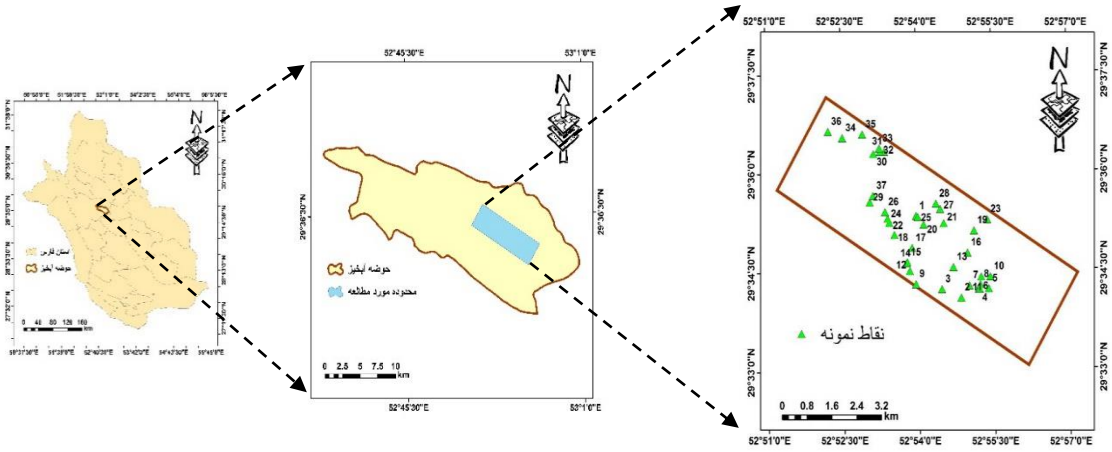
شکل ۱- مراحل تعیین حاصلخیزی خاک با استفاده از روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA)

Figure 1. The stage of preparing soil fertility using order weighted average (OWA)

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه یکی از حوضه‌های آبخیز حوضه دشت تربر- داریان استان فارس (شرق شهرستان شیراز) است (شکل ۲). به منظور افزایش دقت در تهیه نقشه‌های درون‌یابی بخش‌هایی از حوضه آبخیز را که دارای بیشترین نقاط نمونه برداری بود مورد مطالعه قرار دادیم. مساحت منطقه مورد مطالعه ۲۸/۷۳ کیلومتر مربع می‌باشد. بیشترین و کمترین ارتفاع در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۵۷۴ و ۱۷۰۹ متر می‌باشد. حوزه آبخیز مورد مطالعه از نظر کشاورزی، شهری، باغات دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. بنابراین مطالعه حاصلخیزی خاک در این منطقه بسیار مهم می‌باشد که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. از نظر آب و هوائی منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای نیمه خشک با زمستان‌های مرطوب و سرد می‌باشد.



شکل ۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 2. Location of the study area

در منطقه مورد مطالعه ۳۸ نمونه از خاک به طور تصادفی انتخاب شد. موقعیت هر یک از این نقاط در شکل ۲ نشان داده شده است. برای هر یک از نقاط پروفیل خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی متری از سطح زمین تهیه شد و میانگین خاک از ۰ تا ۱۰۰ سانتی متری مورد مطالعه قرار گرفت.

روش OWA

روش OWA یک عملگر تجمعی F با بردار وزن متناظر $w\varepsilon[0,1]^n$ است. به طوریکه بازاء یک $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1,$ مجموعه ورودی از داده‌های $X=(x_1, \ldots, x_n)$ که قرار است با یکدیگر تجمیع گردند داریم:

$$F_w(x_1,..,x_n) = \sum_{i=1}^{n} w_i.b_i, \qquad x\varepsilon I^n$$

که b_i، i امین مقدار بزرگ مجموعه مرتب شده صعودی به نزولی مجموعه X است. عملگر OWA شامل دو مشخصه اصلی است که بیانگر رفتار عملگر OWA می‌باشد: ۱- Orness یا ریسک پذیری و ۲- میزان مصالحه بین شاخص‌ها.

کارلسون و همکاران (Carlsson *et al.*, 1997) درجه مشخصه orness موقعیت عملگر OWA را روابط and (حداقل) و or (حداکثر) نشان می‌دهند که این درجه میزان تاکید بر روی مقادیر بهتر و بدتر (مثلاً پارامترهای حاصلخیزی خاک) و میزان درجه ریسک پذیری در تصمیم گیری‌ها را نشان می‌دهد. درجه مشخصه orness به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$ORness = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(n-i).w_i \qquad 0 \le ORness \le 1$$

هر چه مقدار orness بیشتر باشد میزان ریسک پذیری بیشتر خواهد بود. و بالعکس هر چه میزان orness کمتر باشد میزان بدبینی و عدم ریسک پذیری بیشتر خواهد بود. معیار دیگری در عملگر OWA، andness می‌باشد که به صورت andness = 1- orness تعریف می‌شود. همانطور که گفته شد، دومین مشخصه عملگر OWA میزان توازن[1] یا مصالحه بین شاخص‌ها می‌باشد. این مشخصه میزان تأثیر پارامترهای مختلف را در تصمیم گیری نهایی نشان می‌دهد. میزان توازن به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$tradoff = 1 - \sqrt{\frac{n}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(w_i - \frac{1}{n})^2}, \qquad 0 \le tradoff \le 1$$

در بین عملگرهای مختلف سه عملگر حداقل، حداکثر و میانگین از همه مهم‌تر می‌باشند که عبارتند از:

الف- f^* یا عملگر ماکزیمم:

در این عملگر مهمترین فاکتور با توجه به درجه اهمیتی که دارد بیشترین مقدار وزن (۱) را دریافت می‌کند و بقیه پارامترها در نظر گرفته نمی‌شوند (وزن صفر).

$$f^* = (a_1; \ldots; a_n) = \max(a_1; \ldots; a_n)$$
$$w = w^* = (1;0;0;\ldots 1)^T$$

ب- f^* یا عملگر مینیمم:

در این عملگر بر خلاف عملگر ماکزیمم، کم اهمیت‌ترین پارامتر، بیشترین وزن (وزن ۱) را دریافت می‌کند.

$$f^* = (a_1; \ldots; a_n) = \min(a_1; \ldots; a_n)$$
$$w = w^* = (0;0;0;\ldots 1)^T$$

ج- f_A یا Average

در این عملگر با توجه به تعداد پارامترها (مثلاً n پارامتر) همه‌ٔ فاکتور وزن یکسان و برابر با 1/n را دریافت می‌کنند.

$$f_A(a_1; \ldots; a_n) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i$$
$$w = w_A = (\frac{1}{n}; \ldots; \frac{1}{n})^T$$

یکی از نکات کلیدی در نظریه عملگر OWA تعیین وزن‌های مربوطه به هر یک از پارامترها می‌باشد. انواع عملگرهای OWA برای تصمیم گیری‌های متفاوت در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- انواع عملگرهای OWA برای تصمیم گیری‌های متفاوت در تعیین حاصلخیزی خاک (Malczewski, 2006)

Table 1. Types of OWA operators for different decisions in determining soil fertility (Malczewski, 2006)

α	Evaluation criteria	Weight (V_{ik})	Integrated method in GIS	Risk amount ORness	trade-off
α→=	Without risk (%100)	V_{i1}=1; v_{ik}=0, (1<k<=n)	OWA (OR)	1.0	0
α=0.1	Very Low risk (%80)	*	OWA	*	*
α=0.5	Low risk(%60)	*	OWA	*	*
α=1	Medium risk(%50)	v_{ik}=1/n , 1<=k<=n	OWA (WLC)	0.5	1
α=2	High risk (%30)	*	OWA	*	*
α=10	Very High risk(%20)	*	OWA	*	*
α→∞	Highest risk(% 0)	V_{in}=1; v_{ik}=0, (1<=k<n)	OWA (AND)	0	0.0

* مجموعه‌ای از وزن مرتب شده برای تصمیم گیری‌های مختلف برای هر یک از معیارها

1- trade off

نتایج و بحث

به منظور تهیه نقشه حاصلخیزی خاک از ویژگی‌هایی از خاک منطقه که شامل میزان پتاسیم، فسفر، مواد آلی، مس، منگنز، روی و آهن می‌باشد، استفاده شد. ویژگی‌های آماری هر یک از این پارامترها در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از روش میانگین عکس فاصله (IDW[1]) به منظور تهیه نقشه پهنه بندی برای هر یک از پارامترهای مؤثر در حاصلخیزی خاک که شامل پتاسیم، فسفر، مواد آلی، مس، منگنز، روی و آهن در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۳ مشخص می‌شود که مناطقی از شمال و شمال غرب منطقه پارامترهایی مانند روی، آهن، پتاسیم و منگنز دارای کمترین مقدار می‌باشد. در حالیکه فقط بخش‌هایی از مرکز منطقه مورد مطالعه دارای مواد آلی حداقل می‌باشند. همچنین مشاهده می‌شود که بخش‌های از شمال منطقه از نظر میزان فسفر و روی دارای کمترین مقدار هستند. در نهایت به منظور تهیه نقشه حاصلخیزی خاک با روش OWA با در نظر گرفتن سطح ریسک پذیری متفاوت (وزن متفاوت برای هر یک از پارامترها) طبق جدول ۳، نقشه نهایی حاصلخیزی خاک با ۶ نوع تصمیم گیری (سطح ریسک پذیری متفاوت) تهیه شد که در شکل ۴ نشان داده شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های آماری داده‌های مورد استفاده در تعیین حاصلخیزی خاک (سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، ۱۳۹۳)

Table 2. The statistical data used in determining the characteristics of soil fertility (Agriculture Organization of Fars Province, 2013)

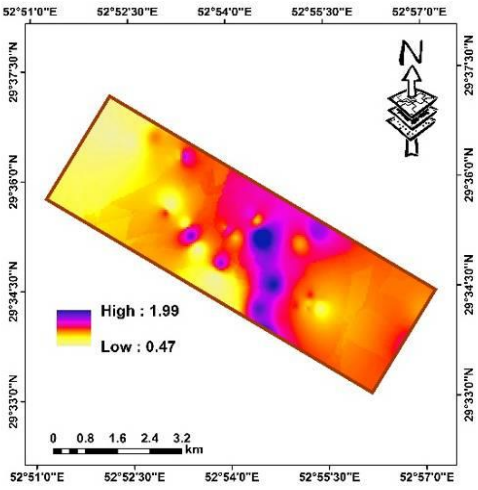
Parameters	Organic materials (/.)	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu
				(mg kg^{-1})			
Maximum	1.65	30.00	666.00	15.00	3.00	52.50	2.00
Minimum	0.18	2.00	137.00	1.00	0.10	2.80	0.20
Mean	1.01	13.94	313.73	4.54	0.65	14.77	0.97
Standard deviation	0.35	6.49	104.28	2.84	0.50	10.71	0.36

جدول ۳- وزن هر یک از پارامترها به منظور تهیه نقشه‌های حاصلخیزی خاک با تصمیم گیری‌های مختلف

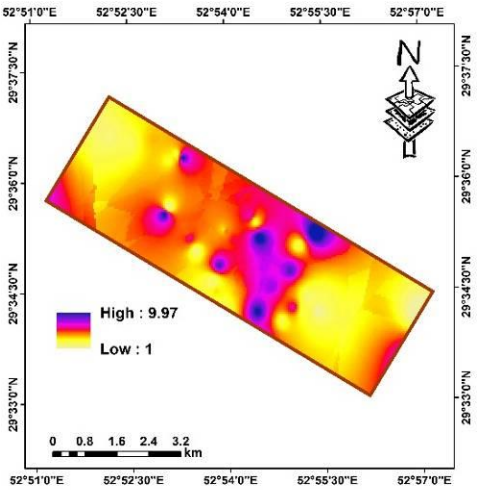
Table 3. The weight of each parameters to prepare soil fertility maps using different decision strategies

1. Average of risks and trade-off to determine soil fertility							
0.1428	0.1428	0.1428	0.1428	0.1428	0.1428	0.1428	0.1428
1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	1st
2. The low level of risk without a trade-off to determine soil fertility							
1	0	0	0	0	0	0	1
1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	1st
3. The High level of risk without a trade-off to determine soil fertility							
0	0	0	0	0	0	1	0
1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	1st
4. The low level of risk and the average of trade-off to determine soil fertility							
0.4455	0.2772	0.1579	0.0789	0.0320	0.0085	0	0.4455
1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	1st
5. The High level of risk and the average of trade-off to determine soil fertility							
0	0.0085	0.032	0.0789	0.1579	0.2772	0.4455	0
1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	1st
6. The average level of risk without a trade-off to determine soil fertility							
0	0	0	1	0	0	0	0
1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	1st

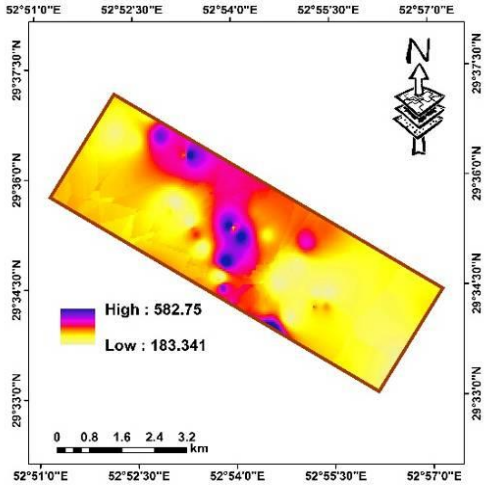
1- Inverse Distance Weighted



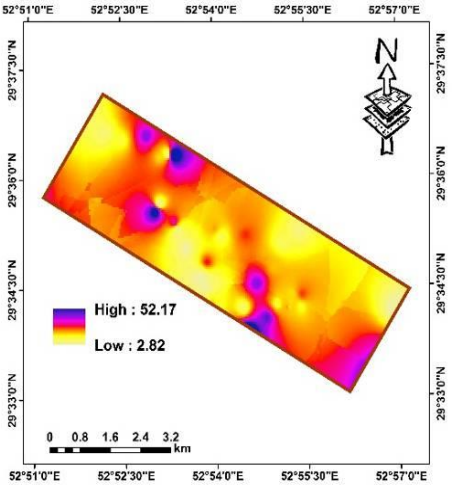
(Zinc)



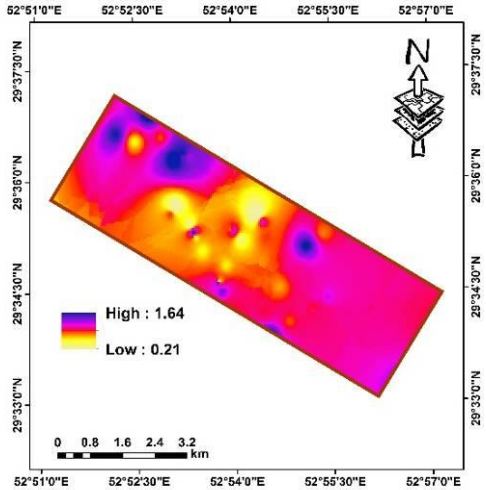
(Iron)



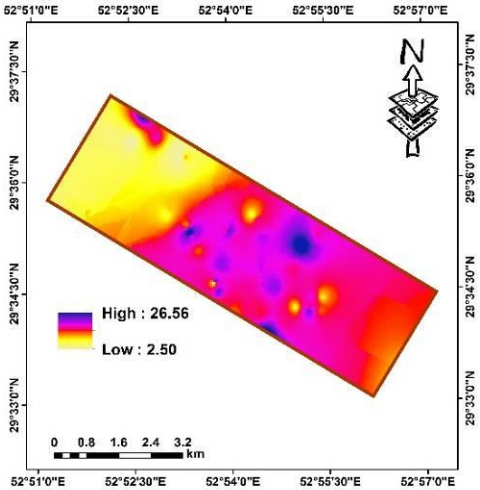
(potassium)



(Manganese)



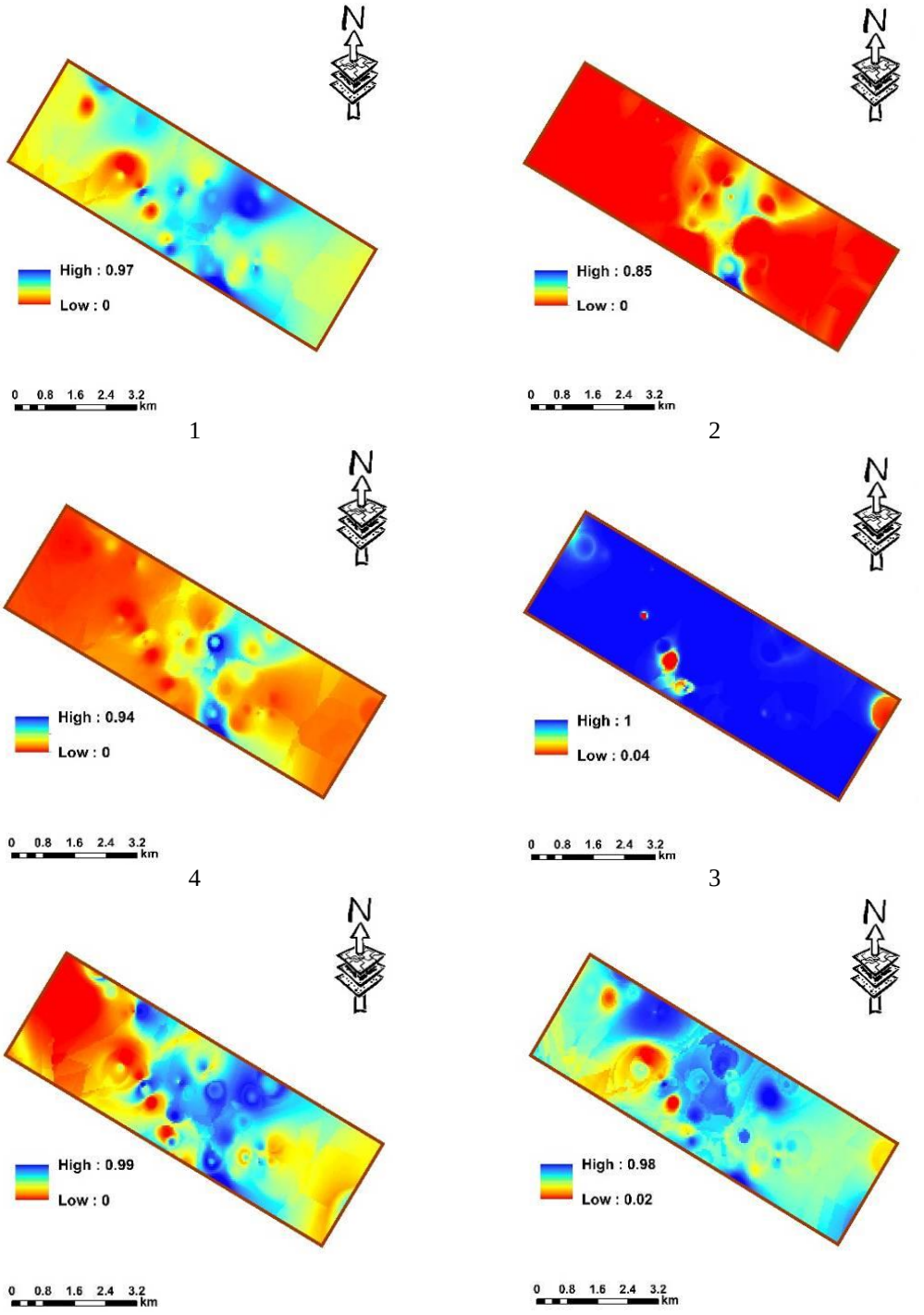
(Organic materials)



(Phosphorus)

شکل ۳- نقشه‌های پهنه بندی با استفاده از روش IDW

Figure 3. Mapping prepared by the IDW method



شکل ۴- نقشه‌های حاصلخیزی خاک برای تصمیم گیری‌های مختلف با استفاده از OWA (۱ تا ۶ نشاند دهنده سطوح مختلف ریسک پذیری است (جدول ۳))

Figure 4. Soil fertility maps for different decisions using OWA (1 to 6 represent different levels of risk (Table 3))

با توجه به شکل ۵ مشخص می‌شود که با افزایش سطح ریسک پذیری میزان مناطق با کلاس حاصلخیزی خوب بیشتر می‌شوند. به طوریکه با در نظر گرفتن سطح پایینی از ریسک پذیری و بدون trade-off (شکل ۲-۵) میزان مناطق با کیفت خوب از نظر حاصلخیزی خاک کاهش یافته و نیاز به بررسی و کنترل بیشتر حاصلخیزی خاک در اکثر مناطق مشهود می‌باشد. در حالیکه با در نظر گرفتن سطح بالایی از ریسک پذیری و بدون trade-off

(شکل‌های ۳ تا ۶) مناطق دارای کیفیت خوب از نظر حاصلخیزی خاک افزایش می‌یابد و کنترل حاصلخیزی خاک در اکثر مناطق ضروری نمی‌باشد که نشان دهنده ریسک بالا می‌باشد. در نهایت با توجه به جدول ۴، ۸ کلاس برای نقشه‌های حاصلخیزی خاک با سطوح ریسک پذیری متفاوت تعریف شد. با توجه به جدول، اعداد بیشتر نشان دهنده حاصلخیزی بیشتر خاک (نزدیک به یک) در منطقه مورد مطالعه هستند و اعداد کمتر (نزدیک به صفر) حاصلخیزی کمتر خاک را نشان می‌دهند.

جدول ۴- ویژگی هر یک از کلاس‌های حاصلخیزی خاک

Table 4. Characteristic of each class of soil fertility

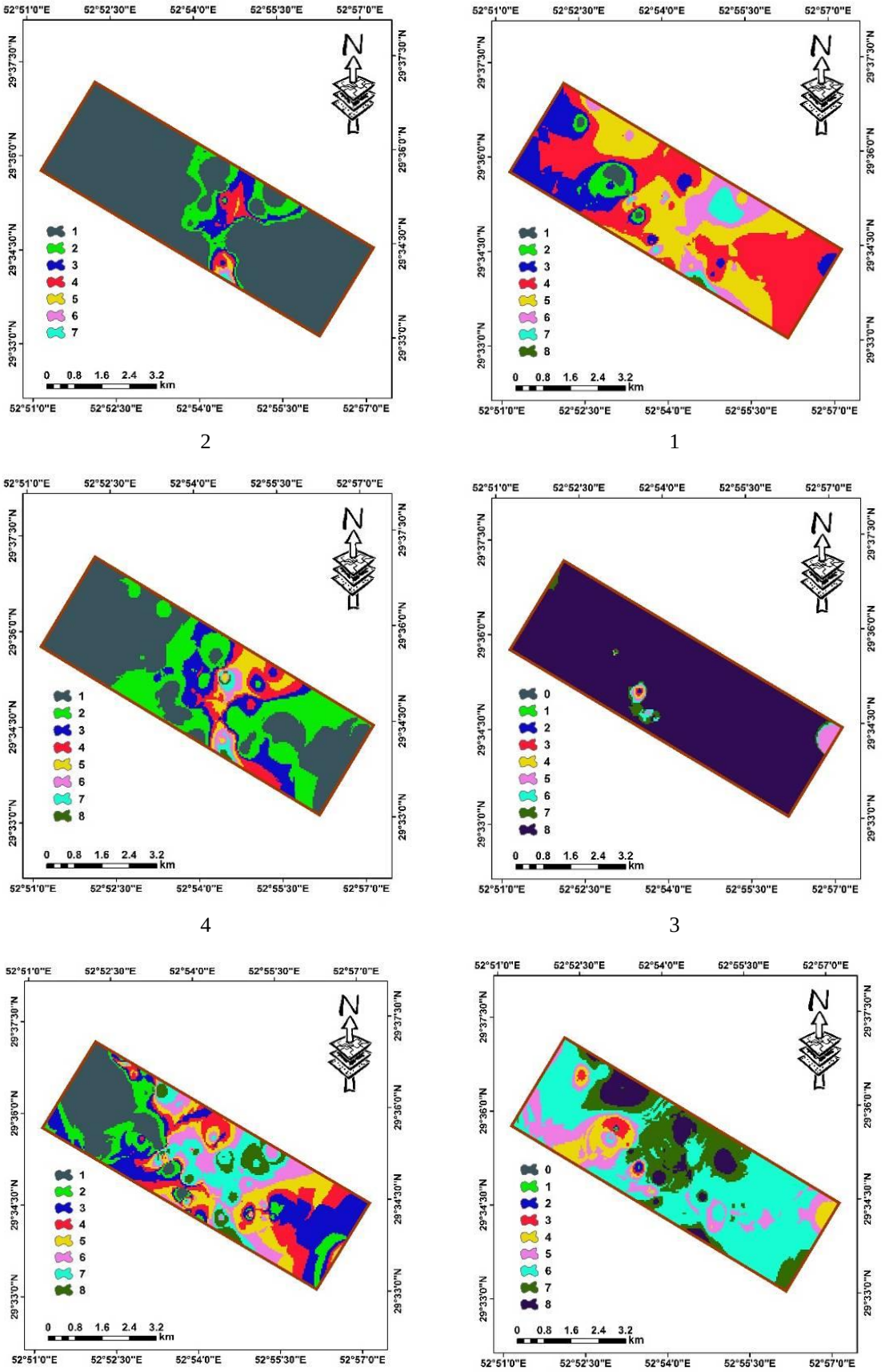
Description	Fertility class	Range
No fertility	1	0 – 0.125
	2	0.125 – 0.25
Low fertility	3	0.25 – 0.375
	4	0.375 – 0.5
average fertility	5	0.5 – 0.625
	6	0.625 – 0.75
Fertile well	7	0.75 – 0.875
	8	0.875 - 1

با در نظر گرفتن مقادیر جدول ۵ و شکل ۵ هر یک از نقشه‌های حاصلخیزی خاک در ۸ کلاس طبقه بندی شدند (محدوده‌ها در روش فازی بر اساس مقادیر ۰ تا ۱ اینگونه تعریف شده است). مساحت هر یک از این نقشه‌ها با سطح ریسک پذیری متفاوت در شکل ۷ آمده است. در شکل شماره ۶ محور عمودی مساحت، محور افقی کلاس‌های حاصلخیزی و راهنما بیانگر درجات مختلف ریسک پذیری می‌باشد. با توجه به نتایج مشخص می‌شود که با افزایش سطح ریسک پذیری کلاس‌های با حاصلخیزی بالا مساحت بیشتری از منطقه را به خود اختصاص می‌دهند، در حالیکه با کاهش میزان ریسک کلاس‌های با حاصلخیزی کم بیشترین مساحت منطقه را شامل می‌شوند.

جدول ۵- مساحت هر یک از کلاس‌های حاصلخیزی

Table 5. The area of each class of fertility

Fertility class		Area (km^2)					
No fertility	1	5.38	0.02	13.65	0.01	0.41	24.17
	2	2.70	0.07	8.01	0.02	0.92	2.23
Low fertility	3	5.59	0.42	3.13	0.03	4.59	1.30
	4	3.61	1.80	1.86	0.05	11.03	0.75
Average fertility	5	3.69	3.95	1.21	0.43	8.02	0.15
	6	3.37	13.89	0.50	0.19	2.77	0.07
High Fertility	7	2.97	6.09	0.26	0.42	0.90	0.06
	8	1.42	2.51	0.10	27.59	0.09	0.00



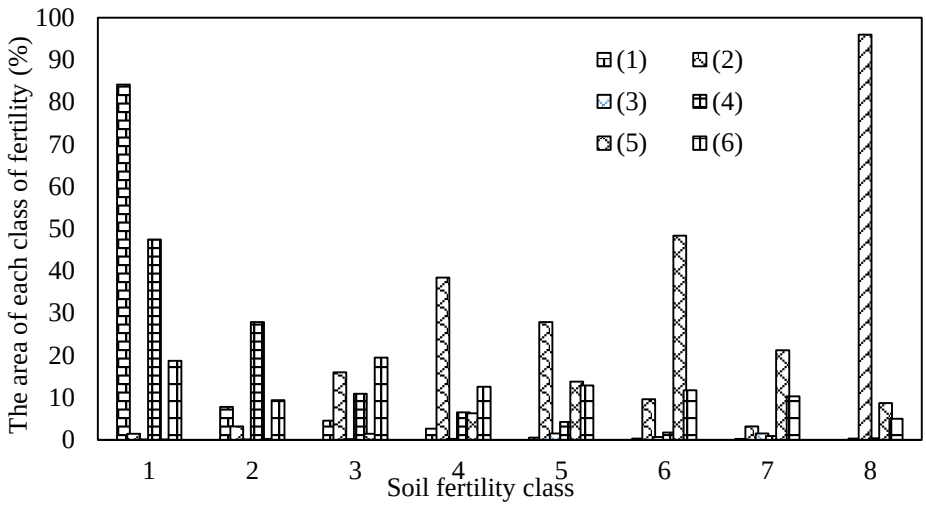
2 1

4 3

6 5

شکل ۵- کلاس‌های حاصلخیزی خاک برای هر یک از نقشه‌های OWA با تصمیم‌گیری‌های مختلف

Figure 5. Soil fertility classes for each of OWA maps with different decisions



شکل ۶- مساحت هر یک از کلاس‌های حاصلخیزی خاک با استفاده از روش OWA

Figure 6. The area of each class of soil fertility using the OWA method

نتیجه گیری کلی

با توجه به اینکه مباحث اقتصادی در زمینه‌های مختلف کشاورزی بسیار مهم می‌باشد، و همچنین در پروژه‌های مختلف سطح اطمینان و میزان ریسک پذیری بسیار حائز اهمیت می‌باشد و از طرفی می‌توان میزان هزینه‌ها را کنترل نمود و بهترین مدیریت را در پیش گرفت استفاده از روشی که بتواند حاصلخیزی خاک منطقه را مشخص کند، خیلی مهم به نظر می‌رسد. یکی از روش‌ها که به مدیران و برنامه ریزان کمک می‌کند که با توجه به هزینه موجود مکان‌های بررسی و بهبود حاصلخیزی خاک را اولویت بندی نمایند (با توجه به سطح ریسک متفاوت)، روش OWA می‌باشد. در این مطالعه به منظور تعیین حاصلخیزی خاک در یکی از مناطق مرکزی استان فارس که یکی از مراکز مهم تولید کشاورزی در کشور می‌باشد از پارامترهایی مانند پتاسیم، فسفر، مواد آلی، مس، منگنز، روی و آهن استفاده شد. نتایج حاصل از روش میانگین عکس فاصله به منظور تهیه نقشه پهنه بندی برای هر یک از پارامترهای مؤثر در حاصلخیزی خاک که شامل پتاسیم، فسفر، مواد آلی، مس، منگنز، روی و آهن، نشان داد که در مناطقی از شمال و شمال غرب منطقه پارامترهایی مانند روی، آهن، پتاسیم و منگنز دارای کمترین مقدار می‌باشد. در حالیکه فقط بخش‌هایی از مرکز منطقه مورد مطالعه دارای مواد آلی حداقل می‌باشند. همچنین بخش‌های از شمال منطقه از نظر میزان فسفر و روی دارای کمترین مقدار هستند. نتایج نهایی حاصل از حاصلخیزی خاک منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش OWA نشان داد که با افزایش سطح ریسک پذیری کلاس‌های با حاصلخیزی بالا مساحت بیشتری از منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. در حالیکه با کاهش میزان ریسک کلاس‌هایی با حاصلخیزی کم بیشترین مساحت منطقه را شامل می‌شوند. روش OWA یکی از روش‌های تصمیم گیری است که کاربرد و کارایی این روش را در مدیریت‌های مختلف از جمله علوم طبیعی با توجه به سطح ریسک پذیری نشان می‌دهد. با مقایسه نتایج پژوهش حاضر با پژوهشهای مشابه مشخص گردید که مثلاً در پژوهش اعمی ازغدی و همکاران (Ama Azghadi *et al.*, 2010) که به بررسی حاصلخیزی خاک در دشت شاوور خوزستان پرداخته بودند، در آن منطقه حدود ۱۲ درصد از وسعت محدوده در رتبه خیلی ضعیف از لحاظ حاصلخیزی قرار گرفت اما در منطقه مورد مطالعه این پژوهش، قدری کمتر از ۱۰ درصد بود. همچنین می‌توان به مطالعات مالکزیوسکی(Malczewski, 2006) اشاره کرد که همانند پژوهش حاضر از روش OWA و محیط نرم افزار GIS استفاده کرده بود و در هر دو پژوهش نتایج قابل قبولی گرفته شد و این مورد قابلیت بالای روش و نرم افزار ذکر شده را نشان می‌دهد.

References

Statistical Data Determining the Characteristics of Soil Fertility. Agriculture Organization of Fars Province, 2013, 372p. (In Persian)

Ahmed B. 2014. Landslide susceptibility mapping using multi-criteria evaluation techniques in Chittagong Metropolitan area, Bangladesh. *Landslides*, 12: 1077-1095.

Ama Azghadi A., Khorasani R., Mokarram M. and Moezi A. 2010. Soil fertility evaluation based on factors phosphorus, potassium and organic matter for plants using fuzzy AHP and GIS techniques. *Water and Soil-Agricultural Sciences and Technology*, 24 (5): 265-274. (In Persian)

Bill N., Schuurman N. and Hayes M.V. 2007. Using GIS-based methods of multicriteria analysis to construct socio-economic deprivation indices. *International Journal of Health Geographics*, 6(1): 19-27.

Carlsson C., Fuller R. and Fuller S. 1997. OWA operators for doctoral student selection problem. The Ordered Weighted Averaging Operators, Springer, US, pp. 167-177.

Dobermann A., Cassman K.G., Mamaril C.P. and Sheehy S.E. 1998. Management of phosphorus, potassium, and sulfur in intensive, irrigated lowland rice. *Field Crops Research*, 56: 113-358.

Drobne S. and Lisec A. 2009. Multi-attribute decision analysis in GIS: weighted linear combination and ordered weighted averaging. *Informatica*, 33: 459-474.

Liu X. 2013. GIS-Based Local Ordered Weighted Averaging: A Case Study in London, Ontario. Electronic Thesis and Dissertation Repository. Doctoral Dissertation, The University of Western Ontario.

Malakouti M. and Gheibi M. 2000. Determine the Critical Elements of Strategic Products. Agricultural Training, Karaj, 64p. (In Persian)

Malczewski J. 2006. Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: the ordered weighted averaging (OWA) approach. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 6(1/2): 7-19.

Merigo J.M., Guillen M. and Sarabia J.M. 2015. The Ordered weighted average in the variance and the covariance. *International Journal of Intelligent Systems*, 30(9): 985-1005.

Mokarram M. and Aminzadeh F. 2010. Gis-based multicriteria land suitability evaluation using ordered weight averaging with fuzzy quantifier: A case study in Shavur plain, Iran. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38(2): 508-512. (In Persian)

Oberthür T., Dobermann A. and Aylward M. 2000. Using auxiliary information to adjust fuzzy membership functions for improved mapping of soil quality. *International Journal of Geographical Information Science*, 14(5): 431-454.

Yager R.R. 1993. Families of OWA operators. *Fuzzy Sets Systems*, 59: 125-148.

Zhang B., Zhang Y., Chen D., Whit R.E., and Li Y. 2004. A quantitative evaluation system of soil productivity for intensive agriculture in China. *Geoderma*, 123: 319-33.

Determination of Soil Fertility Using Multi-Criteria Decision in Tarbor-Darian Plain, Fars Province

Marziyeh Mokarram[1*], Saeed Negahban[2]

(Received: June 2016 Accepted: July 2017)

Abstract

Soil fertility describes the ability of soil to create the conditions for sustainable growth, optimum plant. The elements in the soil productive effects on soil structure, soil texture, water retention in the soil, water infiltration in the soil. On the other hand, with respect to the elements in the soil, the manure is used for different plants. One of the major goals of modern agriculture, efficient use of fertilizers. The use of chemical fertilizers, regardless of the elements in the soil, causing the balance of nutrients, loss of energy and environmental problems. Consequently, to determine the fertility of the soil due to fertilizer and plant species to determine the next Managing agricultural land is important. Due to its importance in the study of soil fertility in the southern province of Fars, Iran was investigated. The parameters such as potassium, phosphorus, organic matter, copper, manganese, zinc and iron were studied. For this purpose, the data of 38 soil samples were used. Average Inverse Distance method (IDW) for mapping each element was used in GIS. In order to homogenize the data to produce a map of soil fertility phase method was used. Fuzzy membership functions were prepared using standard soil fertility. Finally, in order to ensure a different level of soil fertility maps sorted by weighted average (OWA) was used. The results of soil fertility study area using OWA showed that risk appetite (no trade-off) is most problematic area in terms of soil fertility. So that the results showed that the class 4 and 5 areas with fertile soil and good average in the study area show a greater area than the rest of their class. However, with increasing levels of reliability and reduce the risk areas was more difficult in terms of soil fertility. So that more area in the classroom is one that has a poor soil fertility.

Keywords: Fuzzy, Soil fertility, Ordered weighted averaging

1- Assistant Prof., Department of Range and Watershed, Shiraz University
2- Assistant Prof., Department of Geography, Shiraz University
* Corresponding Author Email: M.Mokarram@Shirazu.ac.ir