پردازش مفهومی مفاهیم همبستگی، همراهی و هم‌ارزشی در پدولوژی

زهرا رسائی [۱]، جهانگرد محمدی [۲]
۱-دانشجوی دکتری پیدایش و رده‌بندی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲-دانشیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
بررسی منابع نشان می‌دهد که مطالعاتی که تاکنون در زمینه بررسی ارتباط بین خاک‌ها و معرفی خاکهای مشابه انجام شده است، تحت عنوان مطالعات همبستگی خاک‌ها انجام شده‌اند. بکار بردن واژه همبستگی در عنوان این مطالعات گمراه کننده و اشتباه می‌باشد چراکه استفاده از این مفهوم در بیان ارتباط بین ویژگی‌های خاک صحیح می‌باشد اما با توجه به پیچیدگی و کلی بودن موجودیت خاک و عدم قابلیت تعمیم تک تک ویژگی‌های خاک به کل پروفیل خاک، با بکارگیری این واژه نمی‌توان به ارتباط و شباهت خاکهای مختلف پی برد. بنابراین این گونه مطالعات در واقع مطالعات هماهنگ‌سازی خاک‌ها می‌باشند که یافتن خاکهای مشابه، زیر مجموعه‌ای از آنها می‌باشند. به منظور هماهنگ‌سازی خاک‌ها استفاده از سه رویکرد اساسی بررسی تشابه و فاصله، همراهی (استخراج قواعد تشابه با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی) و بررسی ارزشی خاک‌ها و تعریف خاکهای هم‌ارزش پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پدولوژی، هم‌ارزشی، همبستگی، همراهی

مقدمه
واژه‌نامه جامعه علوم خاك آمریکا[۲۴۲]، به منظور همگون‌تر شدن واحدهای نقشه خاک و نیز تعمیم واحدهای نقشه خاک به خاکهای با خصویات رده‌بندی یکسان در قسمت‌های مختلف، مفهوم سری خاک را تعریف کرده است که در این زمینه از مفهوم همبستگی[۲۴۳] برای تعریف سری‌های خاک مشابه استفاده شده است (SSDS, ۱۹۹۳). در این راستا در ایران پیرو سایر قسمت‌های دنیا یکسری مطالعاتی تحت عنوان مطالعات همبستگی خاک‌ها بصورت منطقه‌ای و در قسمت‌های مختلف کشور صورت گرفته است. آنچه از بررسی مطالعات همبستگی انجام شده در ایران بر می‌آید این است که مفهوم و واژه همبستگی در حد یک مفهوم بوده و راهکار واحد و مورد قبولی برای این کار تعریف نشده است چرا که در مطالعات همبستگی خاکهای جنوب کشور که توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور (بی‌نام، ۱۳۷۸) صورت گرفته عیناً ذکر گردیده است که روش انجام مطالعات روشن و واضح نبوده و کارشناسان مربوطه در این زمینه بر اساس دانش و نظر خود اقدام به انجام این مطالعات و تعیین خاکهای مشابه و دسته‌بندی آنها کرده‌اند. بررسی گزارش موجود نشان می‌دهد که این مطالعات بصورت کیفی و براساس نظرات کارشناسی صورت گرفته و همچنین علاوه بر داده‌ها و اطلاعات موجود خاک، از داده‌های پروفیلی جدید نیز استفاده شده است بنابراین باید گفت که این مطالعات جدای از تلاش در راستای همبسته کردن خاک‌ها، در واقع نوعی به هنگام‌سازی و ارتقای اطلاعات موجود خاک بوده است.
حال با توجه به اینکه این نوع تلاش‌ها به نوبه خود کاری ارزشمند و گامی در جهت بهبود نقشه‌های خاک و معرفی خاکهای مرجع جهت تعمیم اطلاعات سایر خاک‌ها با خصوصیات یکسان بوده، اگر از نظر متدولوژیکی این مطالعات را بپذیریم، به این مسئله برخورد خواهیم کرد که کمّی‌سازی آنها و تعیین دقت و صحت و حتی عدم قطعیت این مطالعات که بر اساس نظر کارشناسان و بصورت کیفی صورت پذیرفته‌اند کاری دشوار می‌باشد. بررسی منابع موجود نشان می‌دهد که در خاک‌شناسی برداشت‌های متفاوتی از واژه همبستگی وجود دارد و مفهوم آن در خاک‌شناسی اغلب اشتباه تفسیر و برداشت می‌شود. بعبارت دیگر، همبستگی در پدولوژی به‌عنوان ترجمه ساده نام‌های خاک از یک سیستم طبقه‌بندی به سیستم دیگر تعبیر می‌شود و اغلب بصورت کیفی و با استفاده از نظر کارشناس صورت می‌گیرد (Lang et al., ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد که یکی از دلایل اصلی برداشت‌ها، تلقی‌ها و تفاسیر مختلف و متنوع به معناشناسی واژه همبستگی و عدم سنخیت کاربرد آن با متن و زمینه و اهداف مورد نظر خاک‌شناسی بر می‌گردد.
نکته قابل تأمل دیگر این است همانطور که در اکثر مطالعات خاک‌شناسی معمول است، از نظر آماری بکار بردن واژه همبستگی برای تعیین همبستگی بین ویژگی‌های خاک‌ها با یکدیگر صحیح می‌باشد اما باید توجه داشت که طبق اصل استقرا حتی اگر تمامی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، کانی‌شناسی، بیولوژیکی و رده‌بندی خاک‌ها بطور دقیق تعیین شوند بازهم نمی‌توان با جمع این خصوصیات به ویژگی کلی پروفیل خاک پی برد یا بعبارت دیگر همبستگی بالا بین ویژگی‌های دو پروفیل خاک نمی‌تواند بیانگر همبستگی بالای دو پروفیل خاک مورد بررسی باشد چرا که هر یک از پروفیل‌های خاک یک موجودیت کلی و پیچیده می‌باشند و با بررسی تمام ویژگی‌های آنها نمی‌توان به ماهیت واقعی پروفیل‌ها پی برد، بنابراین باید گفت که بکار بردن واژه همبستگی در مورد تعیین میزان ارتباط و شباهت و نزدیکی پروفیل‌های خاک به یکدیگر صحیح بنظر نمی‌رسد بلکه در این رابطه بهتر است از واژه

[۲۴۲] Soil Survey Division Staff (SSSA)
[۲۴۳] Correlation

هماهنگ‌سازی[۲۴۴] یا هم نواسازی پروفیل‌ها یا واحدهای خاک صحبت کرد. بررسی‌های منابع موجود نیز نشان می‌دهد مطالعات جدیدی که در رابطه با متحد کردن و تعیین خاکهای یکسان در دنیا بطور منطقه‌ای (FAO, ۲۰۰۸) و بین‌المللی (Dobos et al., ۲۰۱۰، Dewitte et al., ۲۰۱۳ و Sulaeman et al., ۲۰۱۳) در حال انجام می‌باشند نیز از عبارت هماهنگ‌سازی خاک‌ها استفاده می‌کنند. حال باید ببینیم هماهنگ‌سازی چه مفهوم و معنایی دارد.

هماهنگ و هم‌نواسازی داده‌های خاک تحت عنوان تبدیل اطلاعات و داده‌های خاک که در سیستم‌های مختلف و به روش‌های متفاوتی به دست آمده‌اند، در واحدها و سیستم‌های یکسان به منظور تسهیل در مطالعات و بررسی داده‌ها تعریف می‌شود. هم‌نوا و موزون‌سازی یک واژه همگانی و ژنریک بوده که عموماً به‌عنوان مجموعه اعمال یا فرآیندهایی تلقی می‌گردد که موجب دستیابی به توافق، سازگاری یا استانداردسازی می‌شوند. در بسیاری از علوم، هم‌نواسازی پیش‌نیاز دست‌یابی به روش‌ها، مدیریت‌ها و استانداردهای متقن، استوار و یکپارچه می‌باشد.

همانطور که در بالا نیز بدان اشاره گردید، در مطالعات هماهنگ‌سازی و هم‌نواسازی خاک‌ها باید از داده‌ها و اطلاعات موجود و موروثی خاک استفاده کرد چرا که در غیر اینصورت تلاش صورت گرفته بر روی اطلاعات جدید خاک دیگر در زمره هماهنگ‌سازی قرار نمی‌گیرد و به آن به روز گردانی و ارتقای اطلاعات گفته می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت و نیاز به هماهنگ‌سازی خاک‌ها، استفاده از داده‌ها و اطلاعات موجود خاک موسوم به داده‌های موروثی اهمیت می‌یابد. بعبارتی، هماهنگ‌سازی خاک‌ها و ایجاد پایگاه‌های هماهنگ داده‌های خاک با استفاده از داده‌های موروثی بیشتر از انجام فعالیت‌های جدید خاک‌شناسی و به روز گردانی اطلاعات خاک سنخیت دارد چرا که این داده‌ها و اطلاعات موروثی منابع عظیم و ارزشمند اطلاعات به ارث رسیده از پیشکسوتان خاک‌شناس می‌باشند و عدم توجه و استفاده نادرست از آنها اسراف و از نظر علمی غیرمسئولانه است (Rossiter, ۲۰۰۸ و محمدی، ۱۳۸۹) و همچنین باید به این نکته نیز توجه داشت که تهیه و کاربرد این اطلاعات قدیمی با سرمایه کشور نیز در ارتباط بوده (محمدی، ۱۳۸۹) و استفاده مجدد از این داده‌ها، در صرفه‌جویی و حفظ سرمایه کشور نیز مؤثر می‌باشد. بنابراین، از آنجایی که شانس تهیه نقشه‌های جدید خاک با روش‌های هماهنگ شده، در سطح جهانی و ملّی خیلی ضعیف است، توجه رو به افزایشی بر روی کاربرد صحیح و مفید و حفاظت از داده‌های موجود متمرکز شده است (Waltner et al., ۲۰۱۴).

داده‌ها و اطلاعات موروثی خاک طبق استانداردهای ملّی و در سطح ملّی و از نقشه‌برداری‌های سنتی خاک جمع‌آوری شده‌اند و شامل نقشه‌های خاک همراه با راهنما یا مطالعات خاک با داده‌های مکانی و افق‌ها (Sulaeman et al., ۲۰۱۳) و بصورت ترکیبی از داده‌های کمّی و کیفی می‌باشند (Mayr et al., ۲۰۱۰) و دیدگاه جدیدی برای یادگیری از گذشته و کار مداوم در حال حاضر و پیش‌بینی آینده برای مدیریت بهتر منابع خاک را ایجاد می‌کنند (Odeh et al., ۲۰۱۲). جهت استفاده از این داده‌ها پیش پردازش‌هایی نیاز می‌باشد که یکی از مهم ترین پیش پردازش‌های لازم در این زمینه، توسعه یک سیستم پایگاه داده مناسب برای ذخیره داده‌های موروثی هماهنگ شده (Sulaeman et al., ۲۰۱۳) می‌باشد.

در متن و مفاد طبقه‌بندی و پهنه‌بندی خاک‌ها، به‌عنوان بخش مهمی از تحقیقات و داده‌پردازی‌های خاک، هم‌نواسازی داده‌ها و اطلاعات موروثی خاک دربرگیرنده مجموعه وسیعی از فعالیت‌ها بوده که از جمله می‌توان به هماهنگ‌سازی مقیاسی (Mallavan et al. ۲۰۱۰)، هماهنگ‌سازی آزمایشگاهی، هماهنگ‌سازی سیستم‌های طبقه‌بندی (Waltner et al., ۲۰۱۴) و هماهنگ‌سازی مرزها و باندری‌ها (Dewitte et al., ۲۰۱۳) اشاره نمود.

در ارتباط با هماهنگ‌سازی اطلاعات موجود و در دسترس خاک می‌توان از سه رویکرد اساسی استفاده کرد، اولین رویکرد که اخیراً بطور گسترده توسط خاک‌شناسان مورد استفاده قرار گرفته است، استفاده از مفهوم فاصله و تعیین شاخص‌های شباهت می‌باشد. بتازگی مفهومی تحت عنوان فاصله تاکسونومیکی که ارتباط دهنده مفهوم آماری همبستگی و مفاهیم شاخص تشابه می‌باشد، ارائه شده است. ساده‌ترین و معمول‌ترین شاخص فاصله، فاصله اقلیدسی یا خط مستقیم و مهم‌ترین آن‌ها فاصله ماهالونوبیس می‌باشد. علاوه بر شاخص‌های شباهتی که برای محاسبه فاصله بین متغیرهای پیوسته به کار می‌روند، یکسری شاخص‌ها برای تعیین شباهت بین خصوصیات دو مقداری خاک استفاده می‌شوند که مهم‌ترین آنها شاخص شباهت گاور است. دانشمندان زیادی از جمله Lang et al. (۲۰۱۳) در مطالعات خود از مفهوم فاصله در مطالعات هماهنگ‌سازی خاک‌ها استفاده کرده‌اند.

رویکرد بعدی، استخراج قواعد تشابه خاک‌ها جهت پی بردن به رابطه و تشابه بین آنها است که این تشابه قاعده مداری را همراهی[۲۴۵] می‌نامیم که شیوه کلاسیک بررسی همراهی بسیار به مفاهیم آماری و همبستگی نزدیک است (Zuur et al., ۲۰۰۷) اما در واقع همراهی یک آنالیز قاعده مدار است که طبق رویکرد داده کاوی جدید، همراهی را می‌توان از طریق اکتشاف قواعد همراهی بررسی کرد. در واقع در این مبحث، تشابه بین خاک‌ها در قالب همراهی فرموله شده و از طریق استخراج قواعد حاکم بر این تشابه (همراهی) می‌توان به قواعد و ارتباط بین خاکهای مختلف دست یافت. به‌عبارت دیگر، همراهی بر اساس تشابه نیست بلکه یک رویکرد قاعده مدار است. اکتشاف و استخراج قواعد همراهی یکی از مهم‌ترین و مرتبط‌ترین الگوریتم‌های پردازش الگوهای محلی و موضعی است. در این مبحث رویکردی که بکار می‌رود، آنالیز قرابت و نزدیکی است که عبارت است از مطالعه و بررسی ویژگی‌ها و مشخصاتی که همراه هم بوده و معمولاً با یکدیگر دیده می‌شوند. روش‌های آنالیز این همراهی و نزدیکی یک تکنیک آنالیز داده و داده کاوی می‌باشد را گاهی اوقات پردازش سبد بازار نیز می‌نامند که در جستجوی قواعد مخفی و ناآشکار بین دو یا بیش از دو مشخصه و عارضه به منظور کمّی‌سازی رابطه آنها می‌باشد (محمدی، ۱۳۹۲). نکته قابل ذکر در مورد استفاده از این رویکرد، قابلیت تعمیم بالای قواعد شباهت به سایر قسمت‌ها می‌باشد.

---

[۲۴۴] Harmonization
[۲۴۵] Association

رویکرد دیگری که می‌توان در رابطه با هماهنگسازی خاک‌ها بکار برد، توجه به نوع سرویس‌های اکوسیستمی قابل ارائه از طرف خاک‌ها و تعریف خاکهای هم‌ارزش در راستای تخمینی از ارزش واقعی خاک به عنوان یکی از اجزای منابع زیست محیطی بمنظور استفاده بهینه از این موهبت طبیعی برای رسیدن به توسعه پایدار می‌باشد. لذا با توجه به اهمیت مدیریت خاک برای تولید غذا و تنظیم محیط زیست، تعریف ارزش خاک در غالب اصطلاحات مناسب برای سیاست‌گذاران، مدیران اراضی و نسل‌های آینده ضروری به نظر می‌رسد (Robinson et al., ۲۰۱۱).

بطور کلی ارزش از نظر لغوی بسته به زمینه مورد استفاده، دارای برداشت‌های متفاوتی است. ارزش‌ها به واسطه نگرش‌ها و نگرش‌ها به واسطه ارزش‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند؛ اگر نگرش‌ها را منبع اولیه ظهور رفتارها بشناسیم، آنگاه ارزش‌ها مفاهیمی می‌باشند که از طریق مشارکت جستن در فرآیند شکل‌گیری نگرش‌ها، در قالب اعمال ما ظهور و تجلی می‌یابند. آگاهی از این ارزش‌ها در مورد منابع زیست محیطی از جمله خاک می‌تواند نقش مؤثری در جلب توجه مردم، مسئولان و سیاست‌گذاران محیط زیست ایفا کند. ارزش منابع طبیعی اغلب در چارچوب ارزش اقتصادی کل بررسی می‌شود (Dominati, ۲۰۱۱ و DEFRA, ۲۰۰۷). چرا که ارائه ارقام کمّی ملموس‌تر بوده و امکان مقایسه را به راحتی فراهم می‌سازد اما باید توجه داشت که ارزش اقتصادی محیط زیست ارزش نسبی بوده و تخمینی کمتر از ارزش واقعی آن می‌باشد (دهقانیان و همکاران، ۱۳۷۹). به منظور تعیین ارزش خاک به عنوان یکی از اجزای محیط زیست، باید خدمات و سرویس‌های اکوسیستمی خاک مورد بررسی قرار بگیرند. از اواخر دهه ۱۹۶۰ تمایل برای تجزیه و تحلیل سرویس‌های ایجاد شده توسط اکوسیستم که به‌عنوان سرویس‌های ایجاد شده بوسیله محیط طبیعی که به انسان سود می‌رسانند، تعریف می‌شوند و نیاز به این سرویس‌ها در فرآیندهای تصمیم‌گیری به منظور دسترسی به توسعه پایدار افزایش یافته است (Dominati et al., ۲۰۱۰). علی رغم اهمیت سرویس‌های اکوسیستمی، تا قبل از تخریبشان معمولاً مورد توجه قرار نمی‌گیرند (DEFRA, ۲۰۰۷). برخی از این سرویس‌های اکوسیستمی به خوبی شناخته شده‌اند اما با وجود اینکه خاک‌شناسی نقش فعالی در ایجاد پایگاه داده و اطلاعات و همچنین انتقال و اشتراک دانش با سرمایه‌گذاران، تصمیم‌گیران، طراحان کاربری اراضی، سیاستمداران دارد، سرویس‌های اکوسیستمی و سرمایه طبیعی خاک‌ها به خوبی درک نشده‌اند (Grunwald, ۲۰۰۶). لذا ارزش‌گذاری خاک از طریق بررسی سرویس‌های اکوسیستمی آن ضروری بنظر می‌رسد.

خاک دارای ویژگی‌های مختلفی است که ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک، خاک‌شناسان را قادر می‌کنند که خاک‌ها را با هم مقایسه کنند. اکثر سیستم‌های طبقه‌بندی جدید خاک نیز بر اساس ویژگی‌های افق‌های خاک هستند. طبقه‌بندی‌های خاک و ویژگی‌های مربوط به آن‌ها نمی‌توانند به تنهایی در چارچوب سرمایه ملی خاک و ارزش آن استفاده شوند (Dominati et al., ۲۰۱۰). بطورکلی چارچوب طبقه‌بندی و کمّی‌سازی سرمایه طبیعی خاک و سرویس‌های اکوسیستمی آن شامل چهار دسته گسترده سرویس‌های اکوسیستمی شامل سرویس‌های تدارکاتی[۲۴۶]، تنظیمی[۲۴۷]، فرهنگی[۲۴۸] و حمایتی[۲۴۹] می‌باشد (DEFRA, ۲۰۰۷; Dominati et al., ۲۰۱۰). از آنجایی که خاک دارای ارزش‌های اقتصادی و ارزش‌های ذاتی است (DEFRA, ۲۰۰۷) و این ارزش‌های ذاتی و پویا به شدت تحت تأثیر مدیریت قرار می‌گیرند، لذا کاربری اراضی جزء خیلی مهم ارتباط بین سرمایه ملّی خاک، سرویس‌های اکوسیستمی و رفاه انسان است بنابراین نوع کاربری اراضی نیز باید در فرآیند کمّی‌سازی سرویس‌های اکوسیستمی وارد شود بنابراین در ارزش‌گذاری اقتصادی خاک‌ها تنها آگاهی از این سرویس‌های اکوسیستمی و ارزشمندی آنها در زمینه محیط زیست کافی نیست بلکه آگاهی از نحوه و میزان تأثیرپذیری این سرویس‌ها از سطوح مدیریتی مختلف نیز حائز اهمیت می‌باشد (Dominati et al., ۲۰۱۰). خاک‌ها در زمینه سرویس‌های اکوسیستم، فرآیندها و ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های کلیدی و محدودیت‌ها بررسی می‌شوند. چارچوب مورد استفاده بر پایه این فرض است که سرمایه ملّی خاک‌ها که سرویس‌های اکوسیستمی را تأیید می‌کند، عمدتاً با استفاده از سه ویژگی بافت، کانی‌شناسی و مواد آلی خاک (Palm et al., ۲۰۰۷) و بر اساس اصول اندازه‌گیری فاصله محاسبه می‌شود.

نتایج و بحث

از دیرباز تمایل برای یافتن خاکهای مشابه و دست یافتن به روش‌هایی که بتوان به ارتباط بین خاک‌ها پی برد در میان خاک‌شناسان وجود داشته است. بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه در ایران و سایر نقاط جهان بیانگر نقاط ضعف و عدم سنخیت روش‌های بکار رفته با مفهوم خاک‌ها و اتحاد آنها می‌باشد؛ چراکه این مطالعات اکثراً بصورت کیفی و براساس نظرات کارشناسی صورت گرفته‌اند. نقطه ضعف دیگر این مطالعات، ارائه این گزارشات تحت عنوان "گزارش همبستگی خاک‌ها" می‌باشد. در برخی از این مطالعات بجای استفاده از داده‌های موجود و در دسترس خاک، اقدام به بررسی‌های پروفیلی جدید و در واقع به روز گردانی مطالعات پیشین شده است.

در ارتباط با کیفی بودن این مطالعات باید گفت که مشکل اینجاست که تعیین دقت و صحت و حتی عدم قطعیت این مطالعات کاری دشوار می‌باشد. بکار بردن واژه همبستگی در عنوان این مطالعات بسی گمراه کننده و حتی اشتباه می‌باشد چراکه از نظر آماری و خاک‌شناسی، همان گونه که تاکنون معمول بوده و این مفهوم در مطالعات جنبه‌های مختلف خاک بکار رفته است، استفاده از این مفهوم در بیان میزان ارتباط بین دو یا چند ویژگی خاک صحیح می‌باشد اما نکته قابل تأمل این است که خاک موجودیتی کلی و بسیار پیچیده است و با بررسی تک تک ویژگی‌های خاکهای مختلف نمی‌توان به موجودیت واقعی خاک و ارتباط بین خاک‌ها پی برد بنابراین طبق مطالعاتی که اخیراً در این زمینه تحت عنوان مطالعه هماهنگ‌سازی خاک در دنیا در حال اجرا هستند، بهتر است

[۲۴۶] Provision
[۲۴۷] Regulating
[۲۴۸] Cultural
[۲۴۹] Supporting

به منظور تسهیل در مطالعات و بررسی اطلاعات خاک و دست‌یابی به روش‌ها، مدیریت‌ها و استانداردهای متقن، استوار و یکپارچه، واژه همبستگی با واژه هماهنگ‌سازی اطلاعات خاک جایگزین شود. در ارتباط با نوع داده‌های مورد استفاده در این مطالعات باید گفت که اگر اصطلاح هماهنگ‌سازی را بپذیریم، باید از داده‌های موجود در دسترس خاک استفاده کرد. در ارتباط با هماهنگ‌سازی اطلاعات موجود و در دسترس خاک می‌توان از سه رویکرد اساسی بررسی تشابه و فاصله، همراهی (استخراج قواعد همراهی با تکنیک‌های داده کاوی) و بررسی ارزشی خاک‌ها (تعریف و تبیین خاکهای هم‌ارزش) بمنظور تخمین ارزش واقعی خاک در جهت استفاده بهینه از آن برای رسیدن به توسعه پایدار، استفاده کرد.

منابع

بی‌نام. ۱۳۷۸. گزارش همبستگی خاک‌های جنوب خشک مرکزی ایران. جلد دوم: منطقه شرق زاگرس (فریدن، چهارمحال و بختیاری و سمیرم). مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور. نشریه فنی شماره ۱۰۶۳.

دهقانیان، س. کوچکی، ع. و کلاهی اهری، ع. (ترجمه). ۱۳۷۹. اقتصاد محیط زیست. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

محمّدی، ج. ۱۳۸۹. پدومتری. جلد چهاردهم، پهنه‌بندی رقومی خاک. انتشارات پلک.

محمّدی، ج. ۱۳۹۲. پدومایننگ. جلد سوم، آمار پسامدرن. انتشارات پلک.

DEFRA ۲۰۰۷: An Introductory Guide to Valuing Ecosystem Services. In: London, Department for Environment, Food and Rural Affairs.

Dewitte O., Jones A., Spaargaren O., Breuning-Madsen H., Brossard M., Dampha A., Deckers J., Gallali T., Hallett S., Jones R., Kilasara M., Le Roux P., Miché li E., Montanarella L., Thiombiano L., Van Ranst E., Yemefack M. and Zougmore R. ۲۰۱۳. Harmonisation of the soil map of Africa at the continental scale. Geoderma, ۲۱۱-۲۱۲: ۱۳۸-۱۵۳.

Dobos E., Bialko T., Micheli E. and Kobza J. ۲۰۱۰. Legacy Soil Data Harmonization and Database Development. Pp. ۳۰۹-۳۲۳. In Boettinger J.L., Howell D.W., Moore A.C., Hartemink A.E. and Kienast-Brown S. (eds.), Digital Soil Mapping. Springer, Dordrecht.

Dominati E.J., Patterson M.G. and Mackay A.D. ۲۰۱۰. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. Ecological Economics, ۶۹: ۱۸۵۸-۱۸۶۸.

Dominati E.J. ۲۰۱۱. Quantifying and Valuing the Ecosystem Services of Pastoral Soils under a Dairy Use. Ph.D. thesis in Ecological Economics, faculty of ecological economics, Massey University.

FAO, ۲۰۰۸. Harmonized World Soil Database (version ۱.۰). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.

Grunwald S. ۲۰۰۶. Future of Soil Science. Pp. ۵۱-۵۳. In: Hartemink A.E. (ed.), the Future of Soil Science. IUSS, Wageningen.

Lang V., Fuchs M., Watner I. and Miché li E. ۲۰۱۳. Soil taxonomic distance, a tool for correlation: as exempli ed by the Hungarian Brown Forest Soils and related WRB Reference Soil Groups. Geoderma, ۱۹۲: ۲۶۹-۲۷۶.

Mallavan B.P., Minasny B. and McBratney A.B. ۲۰۱۰. Homosoil, a Methodology for Quantitative Extrapolation of Soil Information across the Globe. Pp. ۱۳۷-۱۴۹. In: Boettinger J.L., Howell D.W., Moore A.C., Hartemink A.E. and Kienast-Brown S. (eds.), Digital Soil Mapping. Springer, Dordrecht.

Mayr T., Rivas-Casado M., Bellamy P., Palmer R., Zawadzka J. and Corstanje R. ۲۰۱۰. Two Methods for Using Legacy Data in Digital Soil Mapping. Pp. ۳۰۹-۳۲۳. In: Boettinger J.L., Howell D.W., Moore A.C., Hartemink A.E. and Kienast-Brown S. (eds.), Digital Soil Mapping. Springer, Dordrecht.

Odeh I.O.A., Leenaars J., Hartemink A. and Amapu I. ۲۰۱۲. The challenges of collating legacy data for digital mapping of Nigerian soils. Pp.۴۵۳-۴۵۸. In: Minasny B., Malone B.P. and McBratney A. Digital Soil Assessments and Beyond. Sydney, Australia.

Palm C., Sanchez P., Ahamed S. and Awiti A. ۲۰۰۷. Soils: A Contemporary Perspective. Annual Review of Environment and Resources, ۳۲: ۹۹-۱۲۹.

Robinson D.A., Hockley N., Dominati E., Lebron I., Scow K.M., Reynolds B., Emmett B.A., Keith A.M., de Jonge L.W., Schi nning P., Moldrup P., Jones S.B. and Tuller M. ۲۰۱۱. Natural Capital, Ecosystem Services, and Soil Change: Why Soil Science Must Embrace an Ecosysten Approach. Vadose Zone Journal, ۱۱: ۱-۶.

Rossiter D.G. ۲۰۰۸. Digital soil mapping as a component of data renewal for areas with sparse soil data infrastructure. Pp. ۶۹-۷۹. In: Hartemink A.E., McBratney A. and Mendonca-Santos M.L. (eds.), Digital Soil Mapping with Limited Data. Springer, Dordrecht.

Soil Survey Division Staff, ۱۹۹۳. Soil survey manual. United States Department of Agricultural Handbook No. ۱۸. Washington, DC: US Department of Agriculture.

Sulaeman Y., Minasny B., McBratney A.B., Sarwani M. and Sutandi A. ۲۰۱۳. Harmonizing legacy soil data for digital soil mapping in Indonesia. Geoderma, ۱۹۲: ۷۷-۸۵.

Waltner I., Miché li E., Funchs M., Lang V., Pasztor L., Bakacsi Zs., Laborczi A. and Szabo J. ۲۰۱۴. Digital mapping of selected WRB units based on vast and diverse legacy data. In: Arrouays D., McKenzie N., Hempel J., Richard de Forges A.C. and McBrateny A. ۲۰۱۴. GlobalSoilMap basis of the global spatial soil information system.

Zuur A.K. Ieno E.N. and Smith G.M. ۲۰۰۷. Analyzing Ecological Data. In: Gail M., Krickeberg K., Samet J., Tsiatis A. and Wong W. (eds.), Statistics for Biology and Health. Springer, United States of America.

Abstract

Literature reviews indicate that studies so far performed to explore the relationship between soils, and to introduce similar soils, have been introduced as "correlation studies of soils". The use of correlation in the topic of these studies is deceptive and wrong because such concept is only correct when we want to present the causally relationship between soil properties. But it can't be used to detect the relationship and similarity of soils regarding to complexity and entirety of soil body, also because of unextrapolating of soil properties to total soil profile. Thus, truly these investigations are soil harmonization which detecting homosoils is the small part of them. To harmonize soils, three strategies can be performed such as investigation of similarity and distance, association (extracting similarity frames using data mining techniques) and investigation of soil values and co-value soil definition.