تخمین خصوصیات رطوبتی خاک در مقیاس حوضه آبریز، به عنوان متغیرهای ورودی مدل‌سازی هیدرولوژیکی با استفاده از نقشه‌های کوچک مقیاس خاکشناسی

سعید امامی فر[۱]، کامران داوری[۲]، حسین انصاری[۳]، بیژن قهرمان[۴]، سید محمود حسینی[۵]، محسن ناصری [۶]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۱۵

چکیده

یکی از اطلاعات بسیار مهم، به عنوان ورودی در مدل‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی، اطلاعات مربوط به خصوصیات رطوبتی خاک و بخصوص کل نگهداشت قابل دسترس در سطح حوضه آبریز، می‌باشد. این پژوهش با هدف ارائه روشی برای تخمین نسبی این کمیت‌ها می‌باشد. بر این اساس در ابتدا تحقیق، تعیین و استخراج کلاس‌های بافت خاک روش USDA، از روی نقشه ملی خاکشناسی ایران که دارای کلاس بافت خاک به روش کمیسیون انجمن اروپا (CEC[۷]) است « این روش «CEC» دارای ۶ کلاس بافتی با کدهای ۰ تا ۵ می‌باشد»، صورت گرفت. در ادامه از این کلاس‌های بافت (کلاس‌های بافت روش USDA) برای تخمین و در نتیجه تهیه نقشه مقادیر گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی (برای سراسر کشور) استفاده شده است. در این راستا نتایج نشان داد که در حالت کلی متوسط دامنه تغییرات رطوبتی خاک در کلاس‌های بافت به روش CEC ، برای نقطه پژمردگی دائم بیش از مقادیر گنجایش زراعی است، بطوریکه این تغییرات برای نقطه پژمردگی دائم از متوسط ۶/۷۷ تا ۱۰/۹ و برای مقادیر گنجایش زراعی از ۶/۰۳ تا ۹/۳ درصد، دارای تغییرات می‌باشد. همچنین در این تحقیق منطبق بر نظر کارشناسی و بهره‌گیری از منابع علمی اقدام به بررسی اثر متقابل بین تاثیر کاربری اراضی و شیب حوضه در جهت تخمین اطلاعات و در نتیجه نقشه عمق موثر نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک گردید. در این راستا به منظور ارزیابی کاربردی بودن و بررسی میزان تطابق رویکرد مورد نظر با فیزیک حاکم بر حوضه‌های آبریز، اقدام به بهره‌گیری از آن (نقشه عمق موثر لایه سطحی نگهداشت رطوبتی خاک) به همراه نقشه‌های خصوصیات رطوبتی گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم که از نقشه ملی خاکشناسی (مرحله اول تحقیق) حاصل شده بود، در جهت برآورد و تهیه نقشه کل رطوبت قابل دسترس در محدوده‌های مطالعاتی رخ، نیشابور، عطائیه، قلعه میدان و سبزوار به عنوان مناطق موردی انتخابی جهت مطالعه، بهره گرفته شد. نتایج بدست آمده نشان دهنده این است که نقشه حاصله متناسب با فیزیک حاکم بر محدوده‌های مورد مطالعه در جهت رسیدن به کل رطوبت قابل دسترس می‌باشد و نقش اثر متقابل شیب حوضه، کاربری اراضی موجود در آن، و همچنین تاثیر میزان

[۱] دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی ، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد - استان قم، شهرستان قم، شهرک صادقیه، ۰۹۱۹۴۷۷۷۴۷۶، aftab2277@yahoo.com

[۲] استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد , ۰۹۱۵۳۰۷۵۷۳۴, k.Davary@um.ac.ir (مسئول مکاتبه)

[۳] دانشیارگروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۰۹۱۵۳۱۰۸۱۹۱، ansary@um.ac.ir

[۴] استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۰۹۱۵۳۱۱۹۳۰۹، bijan.ghahraman@yahoo.com

[۵] استاد گروه مهندسی عمران،دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۰۹۱۵۱۱۸۸۵۴۷، shossein@um.ac.ir

۶استادیار دانشکده عمران، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران ، ۰۹۱۲۲۰۹۴۸۸۱، mm_nasseri@yahoo.com

۷ Commission of the European Communities

رطوبت گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم که از نقشه خاکشناسی استخراج شده بود، بر میزان کل رطوبت قابل دسترس بخوبی مشهود است. بر این اساس با توجه به یکپارچه و جامع بودن نقشه خصوصیات رطوبتی (گنجایش زراعی و پژمردگی دائم) برای کل کشور، این مقادیر می‌تواند به عنوان یک دامنه اولیه از این خصوصیات به همراه رویکرد ارائه شده در برآورد عمق موثر نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک، در مدل‌سازی‌های هیدرولوژیکی بخصوص آگاهی یافتن از مقدار کمی پدیده نفوذ، توان نگهداشت رطوبتی قابل دسترس برای لایه سطحی خاک، برآورد مولفه‌های بیلان و ..در راستای جلوگیری از تخریب اراضی و مدیریت منابع خاک و آب، مورد استفاده قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، کل رطوبت قابل دسترس، نقشه خاکشناسی، نظره خبره.

مقدمه

حوضه آبخیز سامانه یا سیستم باز می‌باشد که دارای ورودی‌های متعددی من جمله انرژی خورشیدی و نزولات جوی بوده و با انجام فرآیندهایی بر روی آن‌ها، خروجی‌هایی از قبیل آبنمود رسوب و تولیدات گیاهی را ایجاد می‌نماید. فرآیند تولید خروجی‌ها متأثر از ویژگی‌های داخلی سیستم از جمله ویژگی‌های زمین‌شناسی، فیزیوگرافی، بهره‌برداری از اراضی و پوشش گیاهی می‌باشد. در این راستا اندازه‌گیری داده‌ها، گام اولیه برای پیشبرد برنامه‌های سازمانی است که حوضه‌های آبریز نیز از این مسأله مستثنی نیستند. با توجه به شرایط موجود در بسیاری از حوضه‌های آبخیز کشور از لحاظ کمبود آمار و پیچیدگی زیاد اکوسیستم‌های هیدرولوژیکی و عدم امکان شناخت کامل آن‌ها، استفاده از روش‌هایی که بتوان به کمک آن‌ها در حوضه‌های فاقد آمار یا دارای آمار ناقص، به بررسی و تحلیل اثر متقابل فرایندهای هیدرولوژیکی پرداخت، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (مقیمی،۱۳۹۰؛ نجفی، ۱۳۸۱). یکی از این روش‌ها، استفاده از قابلیت‌های مدل‌های هیدرولوژیکی و بخصوص مدل‌های حوضه آبریز بزرگ – مقیاس، در شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی (مانند شبیه‌سازی و برآورد مولفه‌های بیلان آبی حوضه- رواناب- بررسی تغییرات آب و هوایی بر روی مولفه‌ای هیدرولوژیکی حوضه آبریز و ...) است. در این راستا، اکثر مدل‌های هیدرولوژیکی به مقادیر رطوبتی خاک در نقطه پژمردگی دائم و گنجایش زراعی و همچنین مولفه‌های رطوبتی مبتنی بر این دو خصوصیت (مانند مولفه کل رطوبت قابل دسترس در لایه سطحی خاک) به عنوان ابتدایی‌ترین و مهم‌ترین داده ورودی جهت شبیه‌سازی فرایند مورد نظر، نیازمند هستند. ولی اندازه‌گیری این داده‌ها عموماً نیاز به صرف وقت و هزینه‌های زیاد دارد و به این نوع ویژگی‌ها که تعیین آن‌ها، مستلزم بکار بردن زمان و هزینه زیاد بوده یا با دشواری اندازه‌گیری می‌شوند، داده‌های دیریافت می‌گویند. در مطالعات رایج صورت گرفته توسط محققین مختلف، معمولاً پیشنهاد بر استفاده از داده‌های زودیافت خاک، مانند درصد اجزای بافت خاک (شن، سیلت و رس) یا درصد ماده آلی برای برآورد ویژگی‌های دیریافت خاک، بطور غیر مستقیم می‌باشد که به این روابط و مدل‌ها، توابع انتقالی خاک گویند (Bouma and Lanen, 1987 ؛ Schaap and Leij, 1999). یکی از ویژگی‌های مهم زودیافت خاک که برای تخمین ویژگی‌های دیریافت در مدل‌های توابع انتقالی کاربرد دارد، بافت خاک است. بافت خاک یا درصد نسبی ذرات شن، سیلت و رس با توجه به اینکه منعکس‌کننده تعدادی از خصوصیات یا رفتارهای خاک نظیر نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری رطوبت، مواد آلی و رفتار خاک در مقابل شخم، و دیگر عملیات خاک ورزی می باشد، دارای اهمیت زیادی است (Mukheibir, 2008). اهمیت این ویژگی از آنجا مشخص می‌گردد که تقریباً در اکثر این مدل‌ها از داده‌های بافت خاک برای تخمین روابط آب و خاک

بهره برده و در این راستا، پیش‌بینی‌های تقریباً مناسبی نیز داشته‌اند (Vereecken et al., 1989؛ Merdun etal., 2006 ؛ Schaap et al., 1999؛ Baker Botula et al., 2012 ؛ Ellison, 2008). و همین امر باعث ارائه و توسعه برنامه‌های کامپیوتری مانند ROSETTA (Schaap et al., 1999)، RETC (van Genuchten et al.,1986)، SPAE (Saxton and Rawls,2006) در راستای بهره‌گیری از این مدل‌ها، شده است.

از طرفی همانطور که اشاره گردید، در مدل‌سازی‌های هیدرولوژیکی به منظور انجام فرایند شبیه‌سازی، دستیابی به ویژگی‌های رطوبتی خاک (مانند گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم) در مقیاس کل حوضه آبریز، ضروری است. اما مسئله بسیار مهم در دستیابی به ویژگی‌های رطوبتی خاک به عنوان ورودی این مدل‌ها، امکان بکارگیری تکنیک‌هایی است که ضمن افزایش سرعت محاسبات و کاهش هزینه‌های اجرایی، سهولت دستیابی به آن‌ها در نواحی مختلف جغرافیایی، وجود داشته باشد. در این راستا یکی از ابزارها و روش‌های ممکن برای دستیابی به ویژگی‌های رطوبتی خاک به منظور بهره‌گیری از آن‌ها به عنوان ورودی در مدل‌های هیدرولوژیکی و بخصوص در مدل‌سازی هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز بزرگ – مقیاس (بطوری که بتوان در نواحی مختلف جغرافیایی از آن‌ها بهره گرفت)، استفاده از نقشه‌های خاکشناسی می‌باشد که دارای اطلاعاتی مانند بافت خاک و بطورخاص برای کل کشور (و نه تنها یک استان یا منطقه خاص) تهیه شده‌اند. به عبارتی دیگر چنانچه بتوان بنحوی بر اساس نقشه‌های خاکشناسی کوچک مقیاس تهیه شده برای کل کشور، به اطلاعات نقشه بافت خاک دست‌یابی پیدا کرد، آنوقت می‌توان از این اطلاعات به عنوان ورودی مدل‌های رایانه ای مبتنی بر بافت خاک (از قبیل RETC ، SPAE) استفاده نموده و در نهایت به اطلاعات نقشه ویژگی‌های رطوبتی خاک در مقیاس حوضه‌های آبریز کل کشور، دست یافت.

نقشه جدید خاک‌های ایران، که بوسیله‌ی متخصصین موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی بر اساس روش تاکسونومی خاک‌ها (SSS[1] ، 1999) یا روش طبقه‌بندی آمریکایی، تهیه گردیده می‌توان به راحتی از وضعیت و پراکنش خاک‌های کشور مطلع شد (بای‌بوردی، ۱۳۸۷). هدف از تهیه این نقشه ارائه اطلاعات جامع در مورد منابع و استعداد خاک‌های کشور به عنوان مبنائی برای اجرای طرح‌های توسعه‌ای و آمایش سرزمین می‌باشد. ساختار راهنمای نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران بر مبنای Soter[2] سامان دهی شده و در آن مشخصات کلیه واحدهای نقشه به طور مفصل تشریح شده است. در این نقشه، یکی از مهم‌ترین اطلاعاتی ارائه شده، مربوط به بافت لایه سطحی خاک به روش پیشنهادی توسط کمیسیون انجمن اروپا (CEC[3]) می‌باشد (CEC، 1985)، که شرح جزئیات آن در قسمت بعد ارائه شده است. بر اساس این نقشه، اطلاعات بافت سطحی خاک در مقیاس کل کشور به روش CEC (در شش کلاس)وجود دارد ولی این اطلاعات به دلیل کلی بودن طبقات بافت خاک، نمی‌توانند ویژگی‌های خصوصیات رطوبتی خاک به نحوی که بتوان از آن‌ها در مدل‌سازی‌ها و بخصوص مدل سازی‌های فرایندهای هیدرولوژیکی بزرگ مقیاس استفاده کرد، در اختیار قرار دهند. به عبارتی دیگر برای برآورد خصوصیات رطوبتی خاک بر اساس اطلاعات بافت،در ابتدا لازم است که به شکل جزئیتر کلاس طبقه‌بندی بافت خاک منطبق بر آنچه در روش طبقه‌بندی USDA (مانند کلاس‌های بافت شنی، لوم، لوم شنی، رس و...) ارائه شده، دست یافته و سپس از این اطلاعات در مدل‌هایی مانند RetC ، SPAW و ... به عنوان ورودی در جهت تخمین خصوصیات رطوبتی بهره گرفت. اما مسئله‌یی که اینجا وجود دارد این است که اطلاعات مربوط به بافت خاک به روش USDA بطوریکه کل حوضه‌های آبریز کشور را تحت پوشش

1 Soil Survey Staff
2 Global and National Soils and Terrain Digital Databases
3 Commission of the European Communities

قرار دهد، در دسترس نیست. بنابراین هدف اصلی این مقاله تعیین و استخراج کلاس‌های بافت خاک به روش USDA با استفاده از نقشه کلاس بافت موجود به روش CEC بوده و در نهایت استفاده کلاس‌های بافت استخراج شده به روش USDA، در جهت تخمین و تهیه اطلاعات و در نتیجه نقشه مقادیر گنجایش زراعی[1] و نقطه پژمردگی دائم[2] برای حوضه‌های آبریز سطح کشور، است. لازم به ذکر است که دستیابی به این اطلاعات از نظر کاربردی بودن در مطالعات منابع آب «مانند مطالعات بیلان درمقیاس محدوده‌های مطالعاتی حوضه‌های آبریز کشور» بسیار حائز اهمیت می‌باشد به عنوان نمونه دستیابی به تخمین مناسب از مولفه‌های بیلان مانند تبخیر-تعرق، تغییرات ذخیره رطوبتی لایه سطحی خاک و به در دسترس بودن این داده (خصوصیات رطوبتی خاک) وابسته است.

اما یکی دیگر از متغیرهای کلیدی برای درک فرایندهای هیدرولوژیکی و شار انرژی در سطح زمین، مولفه میزان کل رطوبت قابل دسترس[3]، در لایه سطحی خاک است. تخمین دقیق این مولفه رطوبتی نیز در مدل کردن فرایندهای هیدرلوژیکی، اکولوژیکی و مدل‌های آب و هوایی، ضروری می‌باشد. این عامل بصورت تابعی از ویژگی‌های رطوبتی خاک مانند گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی و همچنین عمق لایه سطحی خاک (عمق موثر از نظر تامین رطوبت برای تبخیر - تعرق در پوشش‌های گیاهی یا لایه تبخیری برای زمین‌های فاقد پوشش گیاهی) می‌باشد. در مدلسازی‌های هیدرلوژیکی، در عمل به دلیل نبودن اطلاعات کافی از عمق ریشه[4] در زمان‌های مختلف، تخمینی از حداکثر عمق ریشه دوانی محصولات کاربری مورد بررسی (یک عمق ثابت از لایه سطحی خاک برای کل حوضه آبریز)، را به عنوان عمق موثر در نگهداشت رطوبت خاک مورد استفاده قرار می‌دهند (احسانی و همکاران، ۱۳۹۱). و این در حالی است که حداکثر عمق توسعه ریشه گیاه تابعی از عوامل بسیاری زیادی و از جمله بخصوصیات فیزیکی حوضه از قبیل شیب نیز وابسته بوده و ممکن است در عمل گیاه به عمق حداکثری مد نظر، بدلیل محدودیت‌هایی که بدلیل شیب زمین (به عنوان مثال عدم تشکیل لایه عمیق خاک در شیب‌های تند) برای توسعه ریشه بوجود می‌آید، نرسد. در این راستا، می‌توان مبتنی بر نظره افراد خبره، از اطلاعات طبقات شیب در کنار داده‌های کاربری اراضی در جهت دستیابی به عمق موثر نگهداشت رطوبتی متناسب با خصوصیات فیزیکی حاکم بر حوضه و در نتیجه تخمین دقیق‌تری از مولفه کل رطوبت قابل دسترس، کمک گرفت. بر این اساس در این مقاله، رویکری به منظور بهره‌گیری از اطلاعات طبقات شیب و کاربری اراضی مبتنی بر نظرافراد خبره در جهت برآورد داده‌های عمق نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک پیشنهاد گردیده و از آن به همراه مقادیر کمی داده‌های گنجایش ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم (گام اول تحقیق)، به منظور دستیابی به داده‌های کل نگهداشت قابل دسترس در سطح حوضه آبریز بهره گرفته خواهد شد. در این راستا به منظور تاکید بر کاربری بودن تحقیق، رویکرد مورد نظردر سطح ۵ محدوده مطالعاتی رخ، نیشابور، عطائیه، قلعه میدان و سبزوار به عنوان مناطق موردی انتخاب شده برای مطالعه، بکارگرفته شده است و این مرحله از تحقیق را می‌توان به عنوان یکی دیگر از اهداف این مطالعه دانست.

مواد و روش‌ها

استخراج گروه‌های بافت لایه سطحی خاک و تعیین ویژگی‌های رطوبتی آن‌ها

همانطور که اشاره شده در نقشه ملی خاکشناسی که طبقه‌بندی کلاس‌های خاک در آن به روش طبقه‌بندی امریکایی صورت گرفته است، اطلاعات بافت لایه

1 soil water content at field capacity
2 soil water content at wilting point
3 Total Available Soil Water
4 Rooting depth

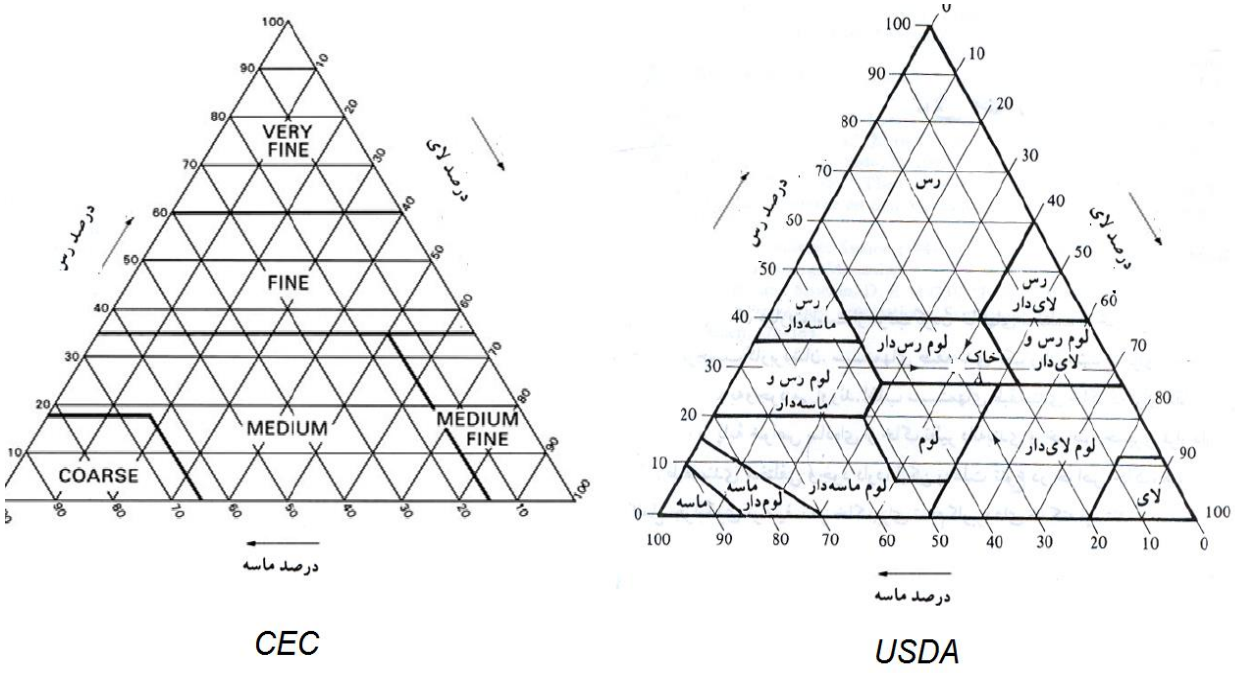
سطحی خاک به روش CEC[1] برای کل کشور موجود می‌باشد. در این روش طبقه‌بندی، بافت خاک به ۶ کلاس بافتی تقسیم‌بندی شده است که اجزاء متشکله آن به شرح جدول (۱) می باشد . همچنین شماتیک طبقه‌بندی بافت خاک به صورت مثلث بافت در این روش، در شکل (۱) ارائه شده است. از طرفی، وزارت کشاورزی آمریکا (USDA[2]) بر اساس درصد ذرات گروه اصلی تشکیل دهنده خاک شامل شن، سیلت و رس، بافت خاک را در ۱۲ نوع بافت خاک طبقه‌بندی کرده است (Soil Survey Division Staff, 1993) که در شکل (۱) مثلث بافت خاک پیشنهادی توسط این سازمان، ارائه شده است.

بر این اساس به منظور دستیابی به دامنه خصوصیات رطوبتی خاک برای کلاس‌های بافتی به روش CEC در ابتدا، مثلث بافت خاک در روش CEC با مثلث بافت خاک در روش USDA مقایسه و کلاس‌های بافت منطبق در هر دو روش طبقه‌بندی مشخص گردید. در این راستا، ابتدا بر اساس دامنه درصد ذرات کلاس بافت در روش CEC (جدول۱)، به مثلث بافت خاک در روش USDA مراجعه گردید و سپس برای هر یک از این دامنه‌ها، کلاس‌های بافت خاک در روش USDA مشخص گردیدند. در ادامه بعد از تعیین کلاس‌های بافت مشترک در روش CEC و USDA، از کلاس‌های بافت به روش USDA به عنوان داده‌های ورودی در مدل SPAW ، جهت تخمین دامنه خصوصیات رطوبتی کلاس‌های بافت به روش CEC استفاده گردید. مدل SPAW که به صورت برنامه کامپیوتری گرافیکی است، در برآورد مشخصات هیدرولوژیکی آب و خصوصیات فیزیکی خاک در کشاورزی کاربرد دارد .این نرم افزار توسط ساکستون از مرکز تحقیقات کشاورزی آمریکا و با همکاری دانشگاه ایالتی واشنگتن تهیه گردیده است. این برنامه با استفاده از اطلاعات ۱۷۲۲ نمونه خاک که توسط مرکز تحقیقات کشاورزی آمریکا (NRCS[3]) ارایه شده، تهیه گردیده است (Saxton and Rawls, 2006). در این برنامه بر اساس بافت خاک می‌توان با تقریبی مناسب حدود بالا و پایین خصوصیات خاک از قبیل PWP, FC، نفوذپذیری، درصد اشباع، آب قابل دسترس را تخمین زد. در این راستا برای هر یک از کلاس‌های بافتی خاک به روش USDA، نوع بافت خاک به مدل SPAE معرفی گردید و سپس حدود پایین، بالا و وسط خصوصیات رطوبتی خاک برای آن تعیین شد. بعد از تعیین خصوصیات رطوبتی کلاس‌های بافتی در روش USDA، برای همه‌ی کلاس‌های بافتی مشترک با روش CEC، مقادیر آماره‌های حداکثر، حداقل و میانگین محاسبه گردید.

[1] Commission of the European Communities
2 United States Department of Agriculture
[3] Natural Resources Conservation Service

جدول(۱): طبقه‌بندی بافت خاک به روش CEC (1985،CEC)

کد کلاس بافت	توصیف	درصد ذرات
۰	بدون بافت	خاک‌های نارس در این کلاس بافتی قرار دارند
۱	درشت[1]	18% <= clay and >65% sand
۲	متوسط[2]	18% <= clay < 35% and => 15% sand, or 18%<=clay and 15% <= sand <65%
۳	ریز متوسط[3]	<35% clay and <15% sand
۴	ریز[4]	35% <= clay < 60%
۵	خیلی ریز[5]	=> 60% clay



شکل(۱): کلاس‌های بافت خاک از راست به چپ به ترتیب به روش USDA (Soil Survey Division Staff، 1993) و CEC (1985،CEC)

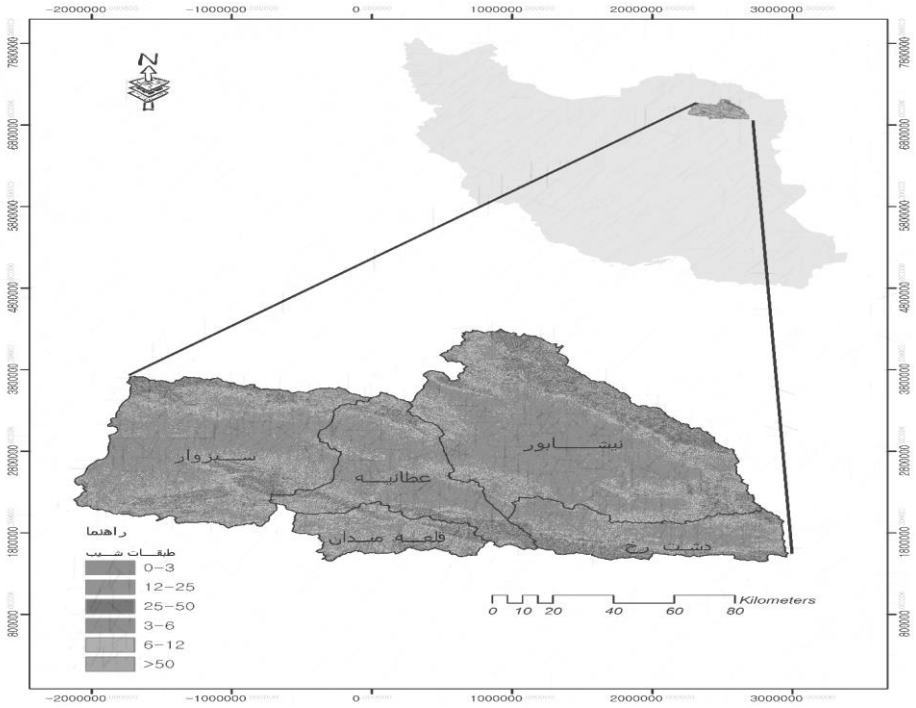
تعیین عمق نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک

[1] Coarse
[2] Medium
[3] Medium Fine
[4] Fine
[5] Very fine

به منظور تعیین و تهیه اطلاعات و در نتیجه نقشه عمق نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک، اطلاعات نقشه رقومی ارتفاع و کاربری اراضی برای پنج محدوده مطالعاتی رخ، نیشابور، سنگر، عطائیه و سبزوار که به عنوان مناطق موردی برای مطالعه انتخاب شده بودند، استفاده شد. بر این اساس در ابتدا کلیه کلاس‌های کاربری اراضی به سه طبقه، اراضی متفرقه، گیاهان علفی و گیاهان چوبی تقسیم گردیدند و سپس منطبق با نظر کارشناسی و با کمک منابع علمی (Allen et al.,1998) دامنه‌ی عمق توسعه ریشه دوانی آن‌ها مشخص گردید. در جدول (۲) طبقه‌بندی-های صورت گرفته برای کلاس‌های کاربری اراضی به همراه عمق موثر توان نگهداشت رطوبتی آن‌ها ارائه شده است. لازم به ذکر است که در اراضی با کلاس گیاهان چوبی حتی در برخی از موارد عمق توسعه ریشه به بیشتر از ۲ متر نیز خواهد رسید، اما در این تحقیق به منظور تهیه اطلاعات و نقشه عمق و در نتیجه کل نگهداشت قابل دسترس لایه سطحی خاک و این فرض که میزان توان تبخیر و تعرق در عمق‌های بیشتر از ۲ متر به مراتب کمتر از عمق لایه سطحی بالای آن است، در نتیجه حداکثر عمق پیشنهادی منطبق بر نظر افراد خبره معادل با ۲ متر در نظر گرفته شده است. در ادامه به منظور اعمال تاثیر طبقات شیب، بر اساس نقشه توپوگرافی مناطق مورد مطالعه نقشه شیب آن‌ها در شش کلاس ۰-۳، ۳-۶، ۶-۱۲، ۱۲-۲۵، ۲۵-۵۰ و بزرگ‌تر از ۵۰ درصد، تهیه گردید (شکل۲). بعد از تهیه نقشه کلاس‌های شیب، عمق موثر نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک مبتنی بر نظر افراد خبره و از طریق اعمال اثر متقابل تاثیر شیب و کاربری اراضی، مطابق آنچه در جدول (۳) ارائه شده است، تعیین شد. در ادامه بر اساس اطلاعات لایه عمق موثر برای تبخیر-تعرق، به منظور بررسی استفاده کاربردی از آن، در محیط نرم‌افزار ARCGIS10.2 نقشه رستری عمق موثر برای برآورد کل رطوبت در دسترس تهیه گردید (شکل۳). سپس از این عمق‌ها به همراه مقادیر گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم بدست آمده در گام قبلی جهت تخمین (رابطه ۱) و تهیه نقشه کل رطوبت قابل دسترس در منطقه مورد مطالعه استفاده گردید.

$$\mathrm{TAW} = \left(\theta_{fc} - \theta_{pwp}\right) \times D \qquad (1)$$

که در آن TAW کل نگهداشت رطوبت قابل دسترس (سانتی‌متر)، θ_{fc} درصد حجمی رطوبت خاک در گنجایش زراعی، θ_{pwp} درصد حجمی رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم و D عمق موثر نگهداشت رطوبت خاک(سانتی‌متر) می باشد.



شکل(۲): موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به کل ایران به همراه کلاس‌های طبقه‌بندی شیب

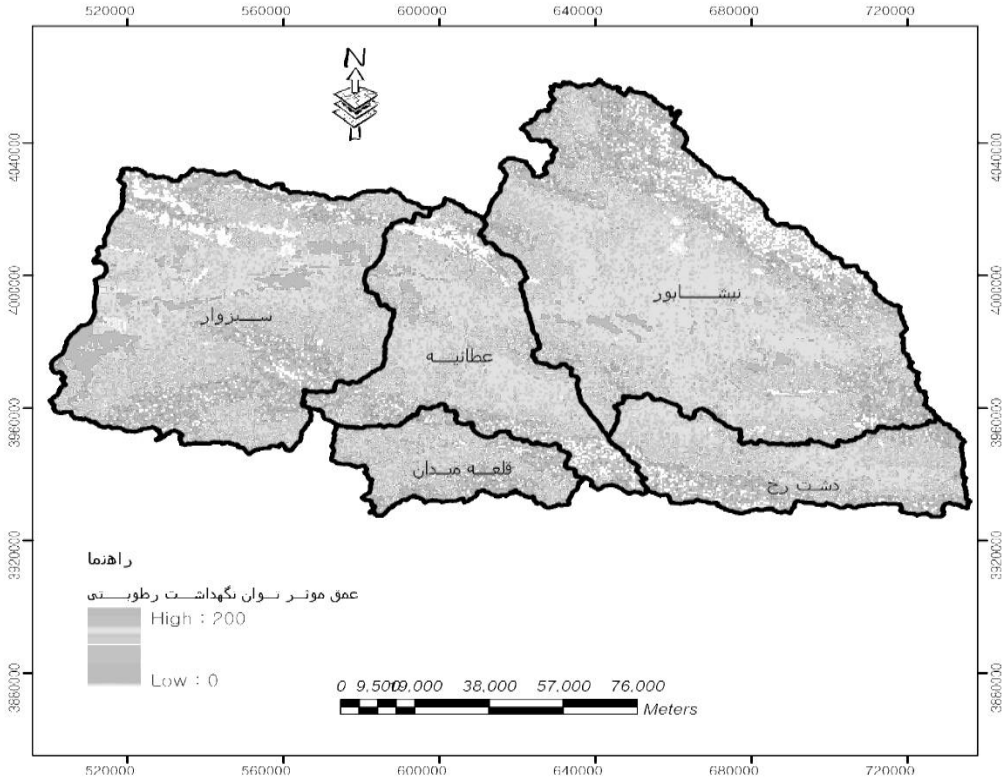
جدول(۲): فاکتورهای توصیفی در تعین عمق خاک بر اساس کاربری اراضی

ردیف	شماره کلاس	کلاس کلی کاربری	علامت	کلاس جزئی کاربری اراضی	عمق توسعه ریشه(سانتیمتر)
۱	۱	متفرقه	BL	برونزد سنگی-بدون پوشش	<۲۵
۲			URB	مناطق مسکونی	
۳	۲	گیاهان علفی	R1	مراتع کم متراکم	۱۲۰-۱۵
۴			R2	مراتع نیمه متراکم	
۵			DF	زراعت دیم	
۶			AGR	زراعت آبی	
۷			R3	مراتع متراکم	
۸	۳	گیاهان چوبی	F1	جنگل نیمه انبوه	۲۰۰-۵۰
۹			F2	جنگل تنک	
۱۰			F3	جنگل انبوه	
۱۱			T	باغات	

جدول(۳): عمق لایه خاک مؤثر بر تبخیرتعرق منطبق بر نظر خبره

کلاس شیب		۱	۲	۳	۴	۵	۶
دامنه شیب		۰-۳	۳-۶	۶-۱۲	۱۲-۲۵	۲۵-۵۰	>۵۰
کلاس کاربری[1]	۱	۲۵(۲۰-۳۰)	۲۰(۱۵-۲۵)	۱۵(۱۰-۲۰)	۱۰(۵-۱۵)	۵(۰-۱۰)	۰
	۲	۱۲۰(۱۰۰-۱۴۰)	۱۰۰(۸۰-۱۲۰)	۸۰(۶۰-۱۰۰)	۵۰(۳۰-۷۰)	۳۰(۲۵-۳۵)	۱۵(۱۰-۲۰)
	۳	(۱۸۰-۲۰۰۳۰۰)	۱۸۰(۱۶۰-۲۰۰)	۱۵۰(۱۴۰-۱۶۰)	۱۲۰(۱۰۰-۱۴۰)	۸۰(۶۰-۱۰۰)	(۳۰-۷۰۵۰)

[1] کلاس‌های کاربری ارائه شده به ترتیب شامل کلاس‌های متفرقه، گیاهان علفی و چوبی می‌شود.



شکل(۳): نقشه عمق موثر توان نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک برای محدوده‌های مورد مطالعه (مقادیر بر حسب سانتی‌متر)

نتایج و بحث

کلاس‌های بافتی منطبق در روش طبقه‌بندی CEC و USDA

همانطور که اشاره شده در این تحقیق، ابتدا مثلث بافت خاک در هر دو روش طبقه‌بندی، CEC و USDA مقایسه و کلاس‌های بافت منطبق در هر دو روش طبقه‌بندی مشخص گردید که در جدول (۴) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در روش طبقه‌بندی به روش CEC کلاس‌های بافتی Coarse، Medium fine و Fine هر کدام در برگیرنده سه کلاس بافتی به روش USDA هستند که بعضاً ممکن است برخی از این بافت‌ها در دو دسته نیز مشترک باشند. همچنین در این راستا، کلاس بافت بسیار ریز (Very fine) در روش CEC تنها با بافت رسی در روش USDA تطابق دارد. بطورکلی در کلاس بافت متوسط به روش CEC بیشترین تعداد کلاس بافتی به روش USDA وجود دارد و کمترین آن مربوط به کلاس بسیار ریز است که فقط در کلاس بافتی «Clay» با روش USDA تطابق دارند.

جدول(۴): کلاس‌های بافت منطبق بر هم در روش طبقه‌بندی بافت خاک در روش‌های CEC و USDA

کد طبقه بافت خاک به روشCEC	کلاس بافت خاک به روش CEC	کلاس بافت خاک به روش USDA
۰	بدون بافت	(مواد آلی و پیت) peet and organic
۱	درشت	(شنی)Sand
		(شنی – لومی)loam sand
		(لومی – شنی)sand loam
۲	متوسط	(لومی رسی شنی)sandy clay loam
		(لومی رسی)clay loam
		(رسی و سیلتی)silty clay
		(رسی و شنی)sandy loam
		(لوم)Loam
		(لومی – سیلتی)silt loam
		(لوم رسی – سیلتی)silt clay loam
۳	متوسط ریز	(لوم رسی – سیلتی)silt clay loam
		(رسی و سیلتی)silt loam
		(لوم)Silt
۴	ریز	(رسی و شنی)sand clay
		(رس)Clay
		(رسی -سیلتی)silt clay
۵	خیلی ریز	(رس)Clay

تعیین دامنه خصوصیات رطوبتی خاک برای نقشه واحدهای بافت خاک در روش CEC

بعد از تعیین کلاس‌های بافت مشترک در روش CEC و USDA (جدول ۲)، از کلاس‌های بافت به روش USDA به عنوان داده‌های ورودی در مدل SPAW جهت تخمین دامنه خصوصیات رطوبتی کلاس‌های بافت به روش CEC استفاده گردید که نتایج آن در جدول (۵) ارائه شده است. همچنین بعد از تعیین دامنه تغییرات رطوبتی در کلاس‌های بافت به روش USDA ، مقادیر متوسط آن‌ها به منظور تعیین مقدار متوسط دامنه تغییرات رطوبتی در کلاس بافت به روشCEC ، محاسبه گردید. بررسی نتایج در جدول (۵) نشان می‌دهد که در حالت کلی متوسط دامنه تغییرات رطوبتی خاک در کلاس‌های بافت به روش CEC ، برای نقطه پژمردگی دائم بیش از مقادیر گنجایش زراعی است، بطوریکه این تغییرات برای نقطه پژمردگی دائم از متوسط ۶/۷۷ تا ۱۰/۹ و برای مقادیر گنجایش زراعی از ۶/۰۳ تا ۹/۳ درصد، دارای تغییرات می‌باشد. همچنین نتایج (جدول ۵) نشان می‌دهد که بطور متوسط، کمترین و بیشترین مقدار رطوبت در نقطه پژمردگی دائم برابر با۳/۳۳و ۳۵/۵ و در نقطه گنجایش زراعی برابر با۱۰/۶و ۴۶/۶ درصد و به ترتیب مربوط به حد پایین و بالای رطوبت برای بافت‌های درشت (coarse) و لایه مواد آلی و پیت[1]می‌باشند. این نتایج با مقادیر حد بالا و پایین دامنه رطوبت برای نقاط گنجایش زراعی و پژمردگی دائم، برای کلاس‌های بافت خاک در روش USDA ، همخوانی دارد (Allen et al.,1998).

بعد از تعیین متوسط دامنه خصوصیات رطوبتی برای کلاس بافت خاک به روش CEC، می‌توان نقشه آن‌ها را به عنوان یک دامنه اولیه از خصوصیات

[1] peet and organic soil layers

رطوبتی خاک در مدلسازی‌های هیدرولوژیکی مورد استفاده قرار داد. به عنوان نمونه نقشه مقادیر گنجایش زراعی با استفاده از متوسط حد وسط کلاس‌های بافت در روش CEC برای کلاس‌های بافت موجود در نقشه ملی خاک، تهیه گردید که نتایج آن در شکل (۴) ارائه شده است. واحدهایی از نقشه مورد بررسی طبقه‌بندی خاک، شامل اراضی متفرقه[1] می‌باشد که تعریف علمی خاک شامل آن‌ها نمی‌شود و فاقد هر گونه پوشش خاکی بوده و قادر به نگهداری گیاهان و یا دارای استعداد تولید کشاورزی نمی‌باشند. در این مقاله در نقشه تهیه شده برای خصوصیات رطوبتی در فیلد مربوط به این گروه از خاک‌ها و همچنین برخی از رده‌های خاک که نوع بافت برای آن‌ها مشخص نشده است (این رده‌ها شامل: Inceptisols، Mollisols، Lava flu، Entisols و Alfisols)، همان فرم اراضی مربوط در نظر گرفته شده است (بای‌بوردی، ۱۳۸۷). از جمله واحدهای شامل اراضی متفرقه بشرح جدول (۶) می‌باشد.

تهیه نقشه کل رطوبت قابل دسترس

بعد از تهیه نقشه مقادیر گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم، از این اطلاعات به همراه نقشه عمق موثر توان نگهداشت رطوبتی لایه سطحی که در گام قبلی تهیه شده بود (شکل۳)، در پنج محدود مطالعاتی رخ، نیشابور، سبزوار، عطائیه و قلعه میدان و با بهره‌گیری از رابطه (۱) اقدام به تهیه نقشه کل رطوبت قابل دسترس(بر حسب میلی‌متر) در این محدوده‌ها گردید که نتایج این بررسی در شکل (۵) ارائه شده است. شکل (۵) نشان می‌دهد که نقشه حاصله متناسب با فیزیک حاکم بر حوضه در جهت رسیدن به کل رطوبت قابل دسترس می‌باشد و نقش اثر متقابل شیب حوضه، کاربری اراضی موجود در آن و همچنین تاثیر میزان رطوبت گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم که از نقشه خاکشناسی استخراج شده بود، بر میزان کل رطوبت قابل دسترس بخوبی مشهود است.

به عنوان نمونه همانطور که مشاهده می‌شود، متناسب با فیزیک حاکم بر حوضه در نواحی دارای شیب بالای ۲۵ درصد (شکل ۳)کمترین مقدار کل رطوبت قابل دسترس وجود دارد هر چند در این نواحی در برخی از قسمت‌های مناطق مطالعاتی که پوشش‌های با کاربری جنگل و درختچه وجود دارد، حتی در شیب‌های تند بدلیل عمق توسعه ریشه این کاربری‌ها، حوضه داری کل نگهداشت قابل دسترس بیشتری است. بطور کلی هر چند این تحقیق می‌تواند دارای اشکالاتی مانند عدم قطعیت مقادیر برآورد شده برای خصوصیات رطوبت، و همچنین عدم قطعیت در مقادیر پیشنهادی برای عمق موثر نگهداشت رطوبتی و در نتیجه نقشه کل رطوبت قابل دسترس باشد، اما زمینه‌های اصلاح آن بر اساس اعمال سایر خصوصیات تاثیرگذار بر کل رطوبت قابل دسترس از قبیل نوع و میزان تراکم پوشش گیاهی و همچنین نقشه جهت شیب، وجود دارد. مهمترین مزیت آن قابلیت انعطافپذیری فراوان این روش می‌باشد، بطوریکه می‌توان با داشتن اطلاعات پایه در مورد شیب منطقه و وضعیت پوشش گیاهی (که معمولاً در نواحی جغرافیایی مختلف قابل دسترس هستند) می‌توان این روش را بکار گرفت.

[1] Miscellaneous Land Type

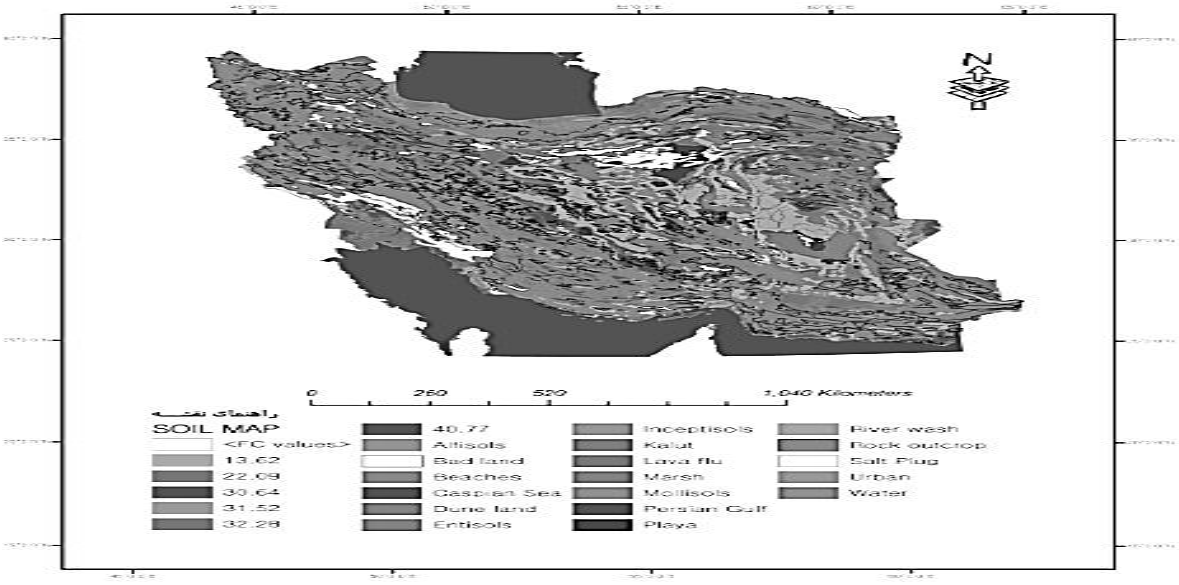
جدول (۵): دامنه خصوصیات رطوبتی (بر حسب درصد) بافت های مختلف خاک در روش طبقه بندی CEC

کلاس بافت خاک		نقطه پژمردگی دائم				نقطه گنجایش زراعی			
CEC	USDA	حد پایین	حد وسط	حد بالا	دامنه تغییرات	حد پایین	حد وسط	حد بالا	دامنه تغییرات
درشت	sand	۳/۲۰	۵/۰۰	۶/۸۰	۳/۶۰	۸/۱۰	۹/۸۰	۱۱/۵	۳/۴۰
	loam sand	۳/۳۰	۶/۵۰	۹/۷۰	۶/۴۰	۹/۶۰	۱۲/۵۵	۱۵/۵	۵/۹۰
	sand loam	۳/۵۰	۸/۶۵	۱۳/۸	۱۰/۳۰	۱۴/۱۰	۱۸/۵۰	۲۲/۹	۸/۸۰
	متوسط	۳/۳۳	۶/۷۲	۱۰/۱	۶/۷۷	۱۰/۶۰	۱۳/۶۲	۱۶/۶	۶/۰۳
متوسط	sandy clay loam	۱۳/۸۰	۱۸/۰۰	۲۲/۲۰	۸/۴۰	۲۳/۵۰	۲۷/۹۰	۳۲/۳۰	۸/۸۰
	clay loam	۱۸/۱۰	۲۱/۱۰	۲۴/۱	۶/۰۰	۳۲/۲۰	۳۴/۵۰	۳۶/۸	۴/۶۰
	silty clay	۲۴/۱۰	۲۸/۵۰	۳۲/۹	۸/۸۰	۳۹/۷۰	۴۱/۸۵	۴۴/۰	۴/۳۰
	sandy loam	۳/۵۰	۸/۶۵	۱۳/۸	۱۰/۳۰	۱۳/۶۰	۱۸/۱۵	۲۲/۷	۹/۱۰
	loam	۷/۱۰	۱۲/۳۵	۱۷/۶	۱۰/۵۰	۲۱/۳۰	۲۵/۹۰	۳۰/۵	۹/۲۰
	silt loam	۳/۹۰	۱۰/۶۵	۱۷/۴	۱۳/۵۰	۲۳/۹۰	۲۸/۹۵	۳۴/۰	۱۰/۱۰
	silt clay loam	۱۷/۹۰	۲۰/۸۰	۲۳/۷۰	۵/۸۰	۳۵/۷۰	۳۷/۲۵	۳۸/۸۰	۳/۱۰
	متوسط	۱۲/۶۳	۱۷/۱۵	۲۱/۶	۹/۰۴	۲۷/۱۳	۳۰/۶۴	۳۴/۱	۷/۰۳
متوسط ریز	silt clay loam	۱۱/۴۸	۱۶/۲۰	۲۰/۹	۹/۴۵	۲۸/۹۱	۳۲/۲۸	۳۵/۶	۶/۷۴
	silt loam	۱۷/۹۰	۲۰/۸۰	۲۳/۷	۵/۸۰	۳۵/۷۰	۳۷/۲۵	۳۸/۸	۳/۱۰
	silt	۳/۹۰	۱۰/۶۵	۱۷/۴	۱۳/۵۰	۲۳/۹۰	۲۸/۹۵	۳۴/۰	۱۰/۱۰
	متوسط	۱۱/۰۹	۱۵/۸۸	۲۰/۶	۹/۵۸	۲۹/۵۰	۳۲/۸۳	۳۶/۱	۶/۶۵
ریز	sand clay	۲۲/۱۰	۲۷/۰۵	۳۲/۰	۹/۹۰	۳۳/۱۰	۳۸/۲۵	۴۳/۴	۱۰/۳۰
	clay	۲۴/۶۰	۳۰/۰۵	۳۵/۵	۱۰/۹۰	۳۷/۳۰	۴۱/۹۵	۴۶/۶	۹/۳۰
	silt clay	۲۴/۱۰	۲۸/۷۵	۳۳/۴	۹/۳۰	۴۰/۰۰	۴۲/۱۰	۴۴/۲	۴/۲۰
	متوسط	۲۳/۶۰	۲۸/۶۲	۳۳/۶	۱۰/۰۳	۳۶/۸۰	۴۰/۷۷	۴۴/۷	۷/۹۳
peet and organic soil layers	clay	۲۴/۶۰	۳۰/۰۵	۳۵/۵	۱۰/۹۰	۳۷/۳۰	۴۱/۹۵	۴۶/۶	۹/۳۰
	clay	۲۴/۶۰	۳۰/۰۵	۳۵/۵	۱۰/۹۰	۳۷/۳۰	۴۱/۹۵	۴۶/۶	۹/۳۰
	clay	۲۴/۶۰	۳۰/۰۵	۳۵/۵	۱۰/۹۰	۳۷/۳۰	۴۱/۹۵	۴۶/۶	۹/۳۰
	متوسط	۲۴/۶۰	۳۰/۰۵	۳۵/۵	۱۰/۹۰	۳۷/۳۰	۴۱/۹۵	۴۶/۶	۹/۳۰

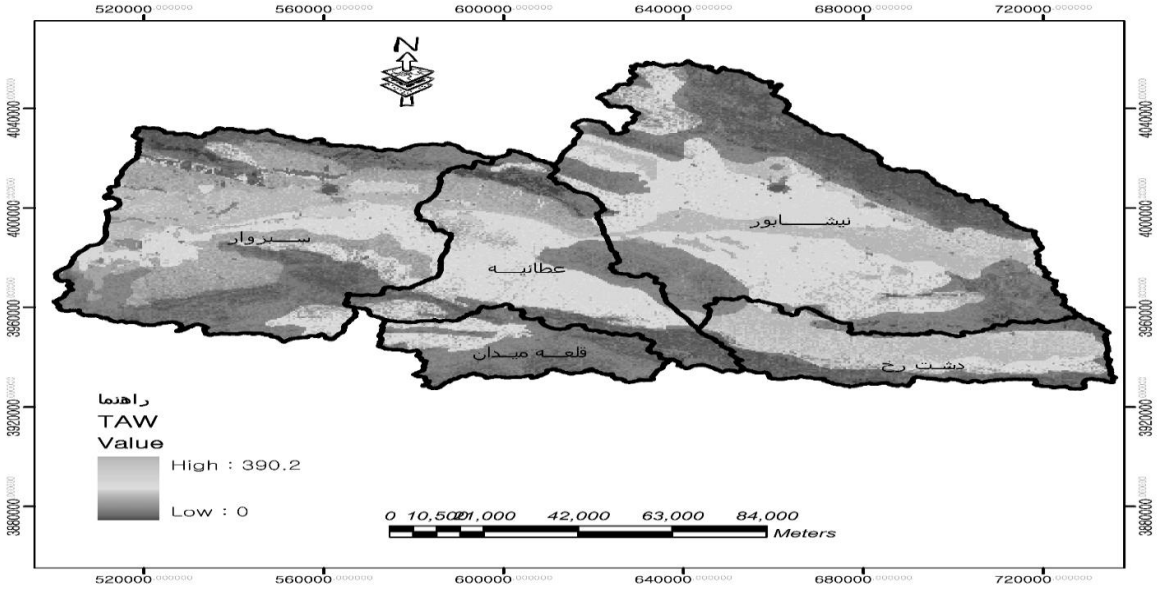
جدول (۶) : واحدهای شامل اراضی متفرقه

ردیف	نام واحد	تعریف واحد
۱	صخره‌ای[1]	آن قسمت از کوهستانهای البرز و زاگرس که عاری از پوشش خاکی و یا داری پوشش خاکی کمتر از ۱۰ سانتیمتر می‌باشند.
۲	شن‌های روان[2]	تپه، پشته یا توده‌های از مواد باد رفتی سست معمولاً شنی که بر اثر باد جابه جا می‌شوند و عاری از پوشش گیاهی هستند.
۳	شن‌های ساحلی[3]	شن‌های ساحلی دریای خزر و خلیج فارس در این طبقه از اراضی قرار دارند. همچنین شن-زارها[4] در این طبقه از اراضی قرار دارند.
۴	صخره‌های سنگی [5]	صخره‌های لخت وعاری از هر گونه پوشش گیاهی و خاکی در کوهستان‌های کویر مرکزی.
۵	هزار دره[6]	نوعی زمین بدون گیاه که با ابراهه‌های باریک و پر پیچ و خم با برجستگی‌های مخروطی نوک تیز مشخص شده است. این نوع زمین در اثر فرسایش شدید رسوبات نرم بوجود آمده
۶	کلوت[7]	منطقه‌ای خاص در کویر لوت که کلیه مشخصات هزار دره را دارد.
۷	مرداب و خلنگزار[8]	ناحیه خیس که با آب ساکن و یا کند جریان پوشیده شده و دارای پوشش سبز علفی و اغلب همراه با انباشتگی کم پیت است. آب یاد شده ممکن است شور یا شیرین باشد.
۸	پلایا، کفه[10]	نواحی لم یزرع، موقتاً سیلابی در کف حوضچه‌ها که با ته نشست‌های ریز بافت پوشیده شده باشند و به صورت تخلیه‌گاه موقتی و یا دائمی آب زهکشی عمل می‌کنند.
۹	گنبدهای نمکی[11]	تپه‌های نسبتاً مرتفع نمکی در زاگرس جنوبی که مربوط به دوره کامبرین بوده و از بین تشکیلات فارس برون‌زد دارند.
۱۰	کفه‌های نمکی[12]	کفه‌های زهکشی نشده مناطق خشک با نهشته‌های سطحی حاوی نمک‌های ثانویه که روی ته‌نشست‌های لایه‌ای شدیداً شور قرار گرفته‌اند.
۱۱	مناطق مسکونی[13]	شهرها و مناطق مسکونی که از لحاظ وسعت قابل نمایش روی نقشه می‌باشد.
۱۲	آب[14]ها	کلیه سطوح آبی داخل کشور اعم از دریاچه‌های طبیعی و یا آبگیرها می‌باشد. همچنین دریای خزر[15]،خلیج فارس[16] و رودخانه‌های آب شیرین در این طبقه از اراضی قرار دارند.

[1] Rock Outcrops
[2] Dun Lands
[3] Coastal sands
[4] Beaches
[5] stony rock lands
[6] Badland
[7] Kalut
[8] Matshland lagoon
[9] Marsh
10 Playa
11 Salt Plugs
12 Salt flats
13 Urban Areas
14 Water
15 Caspian Sea
16 Persian Gulf



شکل (۴): مقادیر متوسط گنجایش زراعی در واحدهای کلاس بافت CEC



شکل (۵): نقشه کل رطوبت قابل دسترس در لایه سطحی خاک برای محدوده‌های مورد مطالعه (مقادیر بر حسب میلی‌متر)

نتیجه‌گیری

با توجه به کمبود آمار و اطلاعات خاکشناسی و بخصوص مقادیر رطوبتی خاک در نقطه پژمردگی دائم و گنجایش زراعی به عنوان ابتدایی‌ترین و مهمترین داده ورودی جهت شبیه‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی، این مطالعه با هدف دستیابی به خصوصیات رطوبتی خاک در مقیاس حوضه آبخیز صورت گرفت. در این راستا بررسی اطلاعات واحد نقشه بافت سطحی به روش پیشنهادی توسط کمیسیون انجمن اروپا CEC (این روش دارای ۶ کلاس بافتی با کدهای ۰ تا ۵ است)، و تطابق بین

کلاس‌های بافتی این نقشه با روش طبقه‌بندی خاک در روش USDA صورت گرفت. در نهایت با استفاده از کلاس‌های ۱۲ گانه بافت خاک در روش بافت خاک USDA و با بهره‌گیری از مدل SPAW، خصوصیات رطوبتی گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم، برای کلاس‌های بافت در روش CEC برآورد گردید. همچنین در ادامه پژوهش منطبق بر نظر کارشناسی و بهره‌گیری از منابع علمی اقدام به بررسی اثر متقابل بین تاثیر کاربری اراضی و شیب حوضه در جهت تخمین و تهیه نقشه عمق موثر نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک گردید و در انتها از این نقشه به همراه نقشه‌های خصوصیات رطوبتی گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم که از نقشه ملی خاکشناسی حاصل شده بود، در جهت برآورد و تهیه نقشه کل رطوبت قابل دسترس، استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان‌دهنده این است که در نقشه حاصله، فیزیک حاکم بر حوضه در جهت رسیدن به کل رطوبت قابل دسترس می‌باشد و نقش اثر متقابل شیب حوضه، کاربر اراضی موجود در آن، و همچنین تاثیر میزان رطوبت گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم که از نقشه خاکشناسی استخراج شده بود، بر میزان کل رطوبت قابل دسترس بخوبی مشهود است. بر این اساس با توجه به یکپارچه و جامع بودن نقشه طبقه‌بندی خاک به روش آمریکایی برای کل کشور، این مقادیر می‌تواند به عنوان یک دامنه اولیه از خصوصیات رطوبتی خاک به همراه روش تشریح شده در برآورد عمق موثر نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک، در مدل‌سازی‌های هیدرولوژیکی بخصوص آگاهی یافتن از مقدار کمی پدیده نفوذ و توان نگداشت آب در خاک، در راستای جلوگیری از تخریب اراضی و منابع خاک و آب، مورد استفاده قرار بگیرد.

منابع

احسانی، ع.، ح. ارزانی، م. فرحپور، ح. احمدی، م. جعفری و م. اکبرزاده. ۱۳۹۱. برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از اطلاعات آب و هوایی، خصوصیات گیاه (مرتع) و خاک به کمک برنامه نرم‌افزارCropwat 8.0 (مطالعه موردی: منطقه استپی استان مرکزی ایران، ایستگاه رودشور). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۹. شماره ۱. صفحه ۱-۱۶

اسفندیارپور بروجنی، ع.، م. ه. فرپور و ا. کمال. ۱۳۹۰. بررسی کارایی دو سامانه ی رده بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با طبقه بندی خاک‌های شور استان کرمان. نشریه ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵(۲). ۱۱۷۱-۱۱۵۸

بای‌بوردی، م. ۱۳۸۷. خاک، پیدایش و رده‌بندی (رده‌بندی خاک‌های ایران). انتشارات دانشگاه تهران. ۶۸۰ ص

مقیمی، ه.۱۳۹۰. آب شناسی کاربردی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه پیام نور. ۲۶۵ ص

نجفی، م. ۱۳۸۱. سامانه‌های هیدرولوژیکی (مدل سازی بارندگی -رواناب). جلد اول .چاپ اول .انتشارات دانشگاه تهران. ۵۷۸.ص

Allen .R .G, L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. In: FAO irrigation and drainage paper.no 56. FAO. Roma. Italy

Baker, L. And D. Ellison. 2008. Optimisation of pedotransfer functions using an artificial neural network ensemble method. Geoderma, 144:212-224

Botula, Y. D., W. M. Cornelis, G. Baert, and E. Van Ranst. 2012. Evaluation of pedotransfer functions for predicting water retention of soils in Lower Congo (D. R. Congo). Agricultural Water Management, 111:1–12

Bouma, J. and J. A. J. Van Lanen. 1987. Transfer functions and threshold values: From soil characteristics to land qualities. 106-110. *In:* P. K. J. Beck *et al*. (Ed.), Quantified land evaluation. Proc. Worksh. ISS and SSSA,

Commission of the European Communities .1985. Soil Map of the European Communities, scale 1,000,000. Directorate for Agriculture. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

Merdun, H., O. Cinar, R. Meral and M. Apan. 2006. Comparison of artificial neural network and regression pedotransfer functions for prediction of soil water retention and saturated hydraulic conductivity. Soil & Tillage Research, 90:108–116

Mukheibir. P. 2008. Water resources management strategies for adaptation to climate-induced impacts in South frica. Water Resour Manage 22:1259–1276.

Saxton.K. E. and W. J. Rawls. 2006. Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solution. Soil Science Society of America Journal 70 (5): 1569-1578

Schaap, M. G., F. J. Leij and M. Th. Van Genuchten. 1999. A bootstrap-neural network approach to predict soil hydraulic parameters. In: van Genuchten, M.Th. F.J. Leij and L. Wu (Eds.), Proc. Int. Workshop

Soil Survey Division Staff. 1993. Soil survey manual, volume Handbook 18, chapter 3. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture

Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy: A basic of soil classification for making and nterpreting soil surveys (2nd Edition, U.S.Department of Agricultuer Handbook 436,870pp

Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy.11th ed., NRCS, and USDA, USA the Netherlands.

Van Genuchten, M. TH. F. J. Leij and S. R. Yates. 1991. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. U.S. Salinity Labroratory. Department of agriculture, Agricultural research service. Riverside, California.

Vereecken, H., J. Maes, J. Feyen and P. Darius. 1989. Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density, and carbon content. Soil Sci. 6: 389-402. Washington, DC. 27 Apr. –2 May. 1986. Int. Inst. Aeroospace Surv. Earth Sci. Publ. No. 6. ITC Publ., Enschede,

Estimating the properties of soil water at the basin scale, as inputs, the hydrological modeling using small-scale soil maps

Saeed Emamifar[1], Kamran Davary[2], Hussain Ansari[3], Bijan Ghahraman[4], Seyed Mahmoud Hosseini[5], Mohsen Naseri[6]

Abstract

One of the crucial information, as input in modeling of hydrological processes, is relevant to soil moisture and especially the retention characteristic information available at catchment scale. This paper presents a method to relative approximation of these quantities shown. Accordingly, at the beginning, Determination and extraction of soil texture class's USDA method by Using soil texture class proposed by the Commission of the European Communities (CEC) (these method «CEC» has the 6 texture classes with codes 0 to 5) Was conducted. In continuation of these texture classes (texture classes USDA method) to estimate and AS a result in mapping the amount of field capacity and wilting point (for the whole country) is used. In these respect, the results showed that in general, the average range of soil moisture variations in texture classes by CEC method, for permanent wilting point is exceeded field capacity So that the changes for permanent wilting point than the average 6.77 to 10.9 and for the field capacity of 6.03 to 9.3 percent Is has the variations. Also in this study, according to expert opinion and utilizing scientific resources attempted to investigate the interaction between the effects of land use and slope of watershed in order to assess the information and the resulting the depth map of the surface layer of soil moisture retention. In this direction to assess and evaluate the applicability of the approach taken comply with the physics of the catchment, attempted to utilizing it (Effective depth map of the surface layer the soil moisture retention)along with wetting properties Maps of field capacity and permanent wilting point that was achieved the National Soil Map (the first stage of the research), In order to estimate and prepare a map of available moisture in areas of study there, Nishapur, Attaiyeh, Qaleh Meydan and Sabzevar as the regions chosen for study were used. The results indicate that the resulting map is proportional to the physics of the studied areas in order to achieve total available water and the role of the interaction basin slope, land use And well as the impact the moisture field capacity and permanent wilting point that was extracted from the soil map On Total available water is well evident. Accordingly, due to the integrated and comprehensive characteristics of moisture maps(field capacity and permanent wilting) for the whole country, this amount could be used as a primary domain of soil moisture characterized along with the method described in the effective depth of surface soil moisture retention on Hydrological modeling, particularly Understanding the phenomenon of a small amount of influence and power of water retention in the soil, the estimated components of water balance, etc. in order to prevent land degradation and soil and water resources management, to be used.

Keywords: soil texture, soil map, the expert opinion, total available water.

1 PhD student Irrigation and Drainage, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad: aftab2277@yahoo.com
2 Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, k.Davary@um.ac.ir
3 Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, ansary@um.ac.ir
4 Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, bijan.ghahraman@yahoo.com
5 Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, shossein@um.ac.ir
6 Director of climate change, the Environmental Protection Agency, mm_nasseri@yahoo.com