

## تخمین خصوصیات رطوبتی خاک در مقیاس حوضه آبریز، به عنوان متغیرهای ورودی مدل سازی هیدرولوژیکی با استفاده از نقشه های کوچک مقیاس خاکشناسی

سعید امامی فر<sup>۱</sup>، کامران داوری<sup>۲</sup>، حسین انصاری<sup>۳</sup>، بیژن قهرمان<sup>۴</sup>، سید محمود حسینی<sup>۵</sup>، محسن ناصری<sup>۶</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۱۵

### چکیده

یکی از اطلاعات بسیار مهم، به عنوان ورودی در مدل سازی فرایندهای هیدرولوژیکی، اطلاعات مربوط به خصوصیات رطوبتی خاک و بخصوص کل نگهداشت قابل دسترس در سطح حوضه آبریز، می باشد. این پژوهش با هدف ارائه روشی برای تخمین نسبی این کمیت ها می باشد. بر این اساس در ابتدا تحقیق، تعیین و استخراج کلاس های بافت خاک روش USDA، از روی نقشه ملی خاکشناسی ایران که دارای کلاس بافت خاک به روش کمیسیون انجمان اروپا (CEC<sup>۷</sup>) است «این روش CEC» دارای ۶ کلاس بافتی با کدهای ۰ تا ۵ می باشد»، صورت گرفت. در ادامه از این کلاس های بافت (کلاس های 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 کلاس های بافت به روش CEC، برای نقطه پژمردگی دائم بیش از مقادیر گنجایش زراعی است، بطوريکه 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 می باشد. همچنین در این تحقیق منطبق بر نظر کارشناسی و بهره گیری از منابع علمی اقدام به بررسی اثر متقابل بین تاثیر کاربری اراضی و شبیب 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 حوضه های آبریز، اقدام به بهره گیری از آن (نقشه عمق موثر لایه سطحی نگهداشت رطوبتی خاک) به همراه نقشه های 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 محدوده های مطالعاتی رخ، نیشابور، عطایه، قلعه میدان و سبزوار به عنوان مناطق موردي انتخابی جهت مطالعه، بهره گرفته شد. نتایج بدست آمده نشان دهنده این است که نقشه حاصله متناسب با فیزیک حاکم بر محدوده های مورد مطالعه در جهت رسیدن به کل رطوبت قابل دسترس می باشد و نقش اثر متقابل شبیب 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

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

<sup>۲</sup> استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد ، k.Davary@um.ac.ir (مسئول مکاتبه)

<sup>۳</sup> دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ansary@um.ac.ir ، ۰۹۱۵۳۱۰۸۱۹۱

<sup>۴</sup> استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، bijan.ghahraman@yahoo.com ، ۰۹۱۵۳۱۱۹۳۰۹

<sup>۵</sup> استاد گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، shossein@um.ac.ir ، ۰۹۱۵۱۱۸۸۵۴۷

<sup>۶</sup> استادیار دانشکده عمران، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران ، mm\_nasseri@yahoo.com ، ۰۹۱۲۲۰۹۴۸۸۱

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.

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 منعکس کننده تعدادی از خصوصیات یا رفتارهای خاک نظیر نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری رطوبت، مواد آلی و رفتار خاک در مقابل شخم، و دیگر عملیات خاک ورزی می‌باشد، دارای اهمیت زیادی است (Mukheibir, 2008). اهمیت این ویژگی از آنجا مشخص می‌گردد که تقریباً در اکثر 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؛ Baker et al., 2006؛ Merdun et al., 1999).

## 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 مسئله 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

کشاورزی بر اساس روش تاکسونومی خاکها<sup>۱</sup>، SSS (1999) یا روش طبقه‌بندی آمریکایی، تهیه گردیده می‌توان به راحتی از وضعیت و پراکنش خاک‌های کشور مطلع شد (بای بوردی، ۱۳۸۷). هدف از تهیه این نقشه ارائه اطلاعات جامع در مورد منابع و استعداد خاک‌های کشور به عنوان مبنای برای اجرای طرح‌های توسعه‌ای و آمایش سرزمن می‌باشد. ساختار راهنمای نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران بر مبنای Soter<sup>۲</sup> 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 انجمان اروپا (CEC) 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 فرایندی‌های هیدرولوژیکی بزرگ مقیاس استفاده کرد، در اختیار قرار نهند. به عبارتی دیگر برای برآوردن 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 سنی، لوم، لوم‌شنی، رس و...) ارائه شده، دست یافته و سپس از این اطلاعات در مدل‌هایی مانند SPAW ، RetC 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 قرار دهد، در دسترس نیست. بنابراین هدف اصلی این مقاله تعیین و استخراج کلاس‌های بافت خاک به روش

Botula et al., 2012 ؛ Ellison, 2008 باعث ارائه و توسعه برنامه‌های کامپیوتی مانند RETC (Schaap et al., 1999) ROSETTA (Saxton SPAE, van Genuchten et al., 1986) 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 بطور خاص برای کل کشور (و نه تنها یک استان یا منطقه خاص) تهیه شده‌اند. به عبارتی دیگر چنانچه بتوان بتحوی 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 رایانه‌ای مبتنی بر بافت خاک (از قبیل SPAE ، RETC) استفاده نموده و در نهایت به اطلاعات نقشه ویژگی‌های رطوبتی خاک در مقیاس حوضه‌های آبریز کل کشور، دست یافت.

نقشه جدید خاک‌های ایران، که بوسیله‌یی متخصصین موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد

<sup>1</sup> Soil Survey Staff

<sup>2</sup> Global and National Soils and Terrain Digital Databases

<sup>3</sup> Commission of the European Communities

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 مناسب 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 نظر افراد 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 نظر در سطح ۵ محدوده مطالعاتی رخ، نیشاپور، عطائیه، قلعه میدان و سبزوار به عنوان مناطق موردنی 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 سطحی خاک به روش CEC<sup>۵</sup> برای کل کشور موجود می‌باشد. در این روش طبقه‌بندی، بافت خاک به ۶ کلاس بافتی تقسیم‌بندی شده است که اجزاء متشکله

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 مقدار گنجایش زراعی<sup>۱</sup> و نقطه پژمردگی دائم<sup>۲</sup> 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 در مقیاس 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<sup>۳</sup>، در لایه سطحی خاک است. تخمین دقیق این مولفه رطوبتی نیز در مدل کردن فرایندهای هیدرولوژیکی، 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 هیدرولوژیکی، در عمل به دلیل نبودن اطلاعات کافی از عمق ریشه<sup>۴</sup> 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

۱ soil water content at field capacity

۲ soil water content at wilting point

۳ Total Available Soil Water

۴ Rooting depth

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.

آن به شرح جدول (۱) می‌باشد. همچنین شماتیک طبقه‌بندی بافت خاک به صورت مثلث بافت در این روش، در شکل (۱) ارائه شده است. از طرفی، وزارت کشاورزی آمریکا<sup>۱</sup> (USDA<sup>۱</sup>) 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.

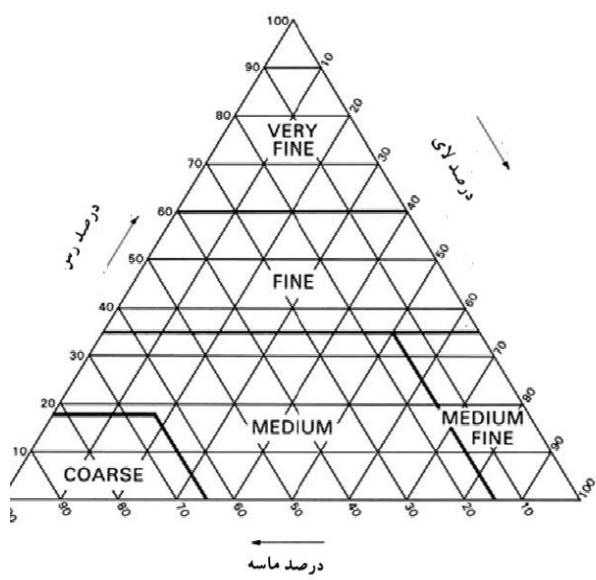
بر این اساس به منظور دستیابی به دامنه خصوصیات رطوبتی خاک برای کلاس‌های بافتی به روش CEC در ابتدا، مثلث بافت خاک در روش CEC با مثلث بافت خاک در روش USDA مقایسه و کلاس‌های بافت منطبق در هر دو روش طبقه‌بندی مشخص گردید. در این راستا، ابتدا بر اساس دامنه درصد ذرات کلاس بافت در روش CEC (جدول ۱)، به مثلث بافت 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<sup>۲</sup>، 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<sup>۲</sup>) 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

<sup>1</sup> United States Department of Agriculture

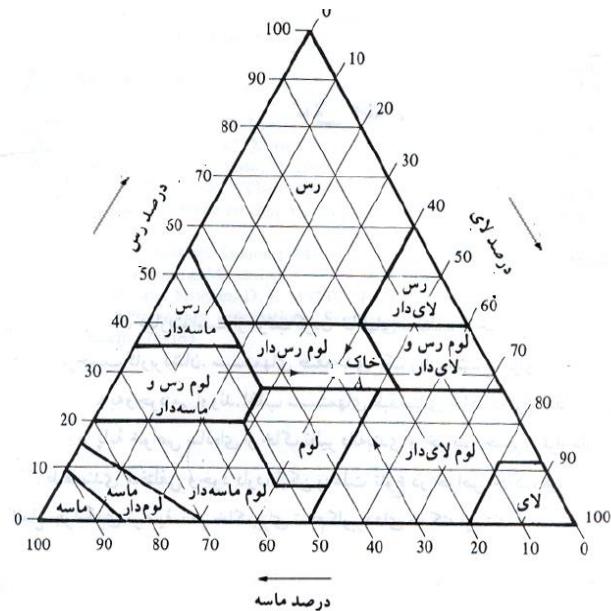
<sup>2</sup> Natural Resources Conservation Service

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

درصد ذرات	توصیف	کد کلاس بافت
خاک‌های نارس در این کلاس بافتی قرار دارند	بدون بافت	.
18% $\leq$ clay and $>65\%$ sand	<sup>۱</sup> درشت	۱
18% $\leq$ clay $<$ 35% and $=>$ 15% sand, or 18% $\leq$ clay and 15% $\leq$ sand $<$ 65%	<sup>۲</sup> متوسط	۲
<35% clay and <15% sand	<sup>۳</sup> ریز متوسط	۳
35% $\leq$ clay $<$ 60%	<sup>۴</sup> ریز	۴
$=>$ 60% clay	<sup>۵</sup> خیلی ریز	۵



CEC



USDA

شکل(۱): کلاس‌های بافت خاک از راست به چپ به ترتیب به روش CEC (1985.CEC) و USDA (1993، Soil Survey Division Staff) تعیین عمق نگهدارش رطوبتی لایه سطحی خاک

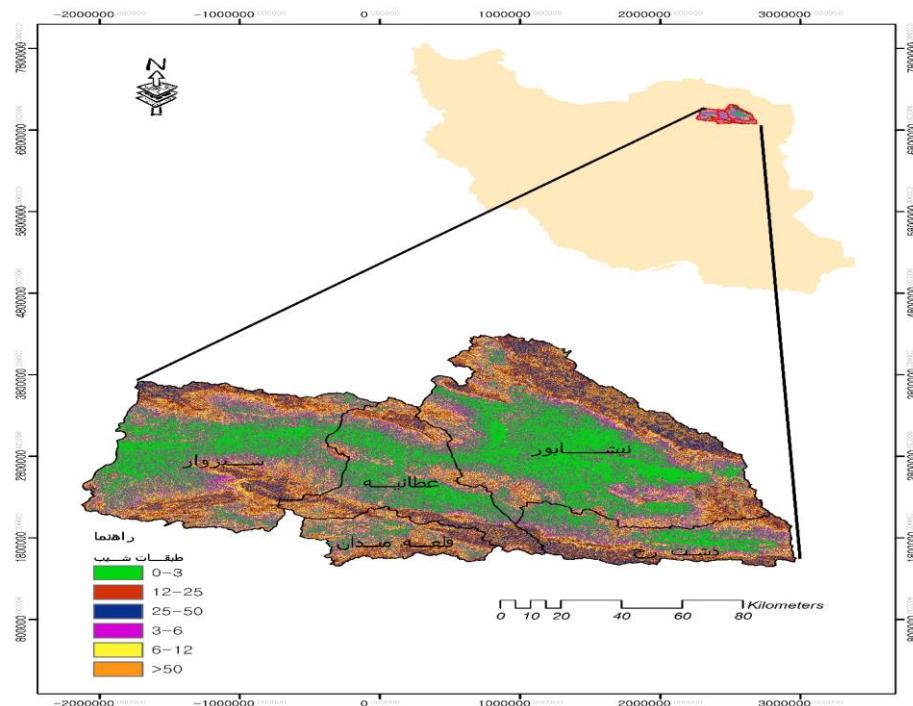
<sup>1</sup> Coarse<sup>2</sup> Medium<sup>3</sup> Medium Fine<sup>4</sup> Fine<sup>5</sup> Very fine

(رابطه ۱) و تهیه نقشه کل رطوبت قابل دسترس در منطقه مورد مطالعه استفاده گردید.

$$TAW = (\theta_{fc} - \theta_{pwp}) \times D \quad (1)$$

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

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 دوایی آن‌ها مشخص گردید. در جدول (۲) طبقه‌بندی‌های 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 (شکل ۲). 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 (شکل ۳). سپس از این عمق‌ها به همراه مقادیر گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی دائم بدست آمده در گام قبلی جهت تخمین



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

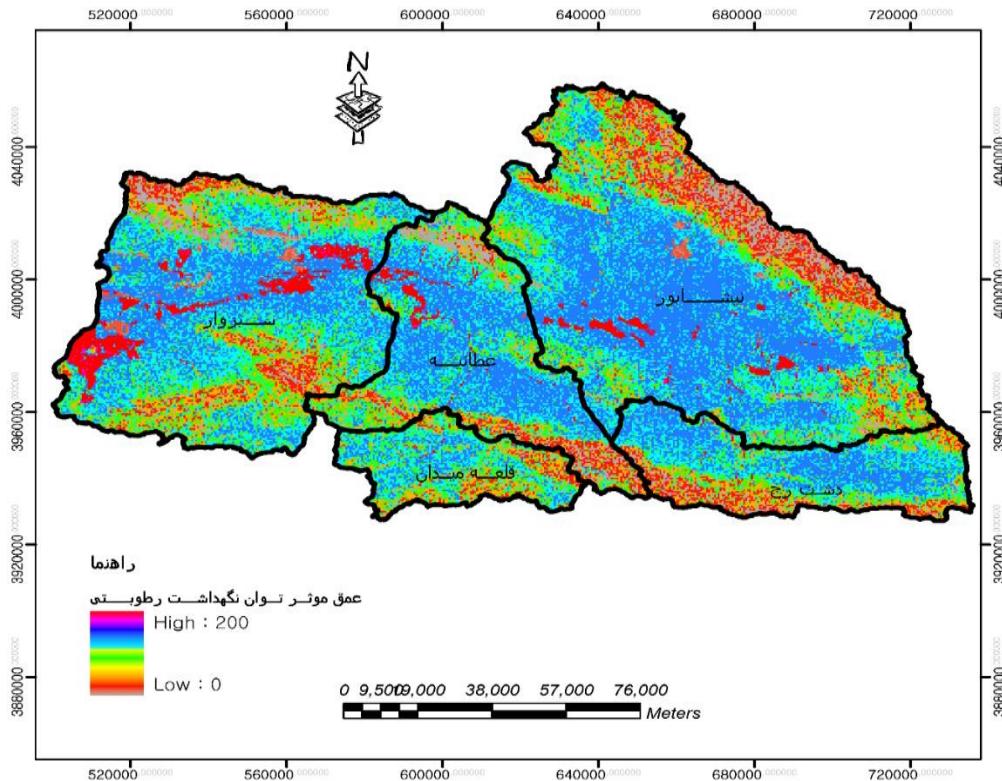
جدول(۲): فاکتورهای توصیفی در تعیین عمق خاک بر اساس کاربری اراضی

ردیف	شماره کلاس	کلاس کلی کاربری	علامت	کلاس جزئی کاربری اراضی	عمق توسعه ریشه(سانتیمتر)
۱	۱	متفرقه	BL	برونزد سنگی-بدون پوشش	<۲۵
				مناطق مسکونی	
۲	۲	گیاهان علفی	R1	مراتع ۲-۴ متر اسید	۱۲۰-۱۵
			R2	مراتع نیمه متر اسید	
			DF	زراعت دیم	
			AGR	زراعت ابی	
			R3	مراتع متر اسید	
۳	۳	گیاهان چوبی	F1	جنگل نیمه انبوه	۲۰۰-۵۰
			F2	جنگل تن سه	
			F3	جنگل انبوه	
			T	پاغات	

جدول(۳): عمق لایه خاک مؤثر بر تبخیر تعرق 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
	(۲۰-۳۰)(۲۵	(۱۵-۲۵)(۲۰	(۱۰-۲۰)(۱۵	(۵-۱۵)(۱۰	(۰-۱۰)(۵	
کلاس کاربری <sup>۱</sup>	(۱۰۰-۱۴۰)(۱۲۰	(۱۰۰-۱۴۰)(۱۰۰	(۸۰-۱۲۰)(۱۰۰	(۶۰-۷۰)(۵۰	(۲۵-۳۵)(۳۰	(۱۰-۲۰)(۱۵
	(۲۰۰-۳۰۰-۱۸۰(	(۱۶۰-۲۰۰)(۱۸۰	(۱۴۰-۱۶۰)(۱۵۰	(۱۰۰-۱۴۰)(۱۲۰	(۶۰-۱۰۰)(۸۰	(۳۰-۷۰۵۰(

<sup>۱</sup>کلاس‌های کاربری ارائه شده به ترتیب شامل کلاس‌های متفرقه، گیاهان علفی و چوبی می‌شود.



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

روش USDA وجود دارد و کمترین آن مربوط به کلاس بسیار ریز است که فقط در کلاس بافتی «Clay» با روشن USDA تطابق دارند.

### نتایج و بحث کلاس‌های بافتی منطبق در روشن طبقه‌بندی USDA و CEC

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

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

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

نقشه 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 با ۳/۳۳ و ۳۵/۵ و در نقطه گنجایش زراعی برابر با ۱۰/۶ و ۴۶/۶ درصد و به ترتیب مربوط به حد پایین و بالای رطوبت برای بافت‌های درشت (coarse) و لایه مواد آلی و پیت<sup>۱</sup> می‌باشند. این نتایج با مقادیر حد بالا و پایین دائمه رطوبت برای نقاط گنجایش زراعی و پژمردگی دائم، برای کلاس‌های بافت خاک در روشناسی USDA، همخوانی دارد (Allen et al., 1998).

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

#### تعیین دائمه خصوصیات رطوبتی خاک برای

#### نقشه واحدهای بافت خاک در روشناسی CEC

بعد از تعیین کلاس‌های بافت مشترک در روشناسی USDA و CEC (جدول ۲)، از کلاس‌های بافت به روشناسی USDA به عنوان دائمهای ورودی در مدل SPAW جهت تخمین دائمه خصوصیات رطوبتی کلاس‌های بافت به روشناسی CEC استفاده گردید که نتایج آن در جدول (۵) ارائه شده است. همچنین بعد از تعیین دائمه تغییرات رطوبتی در کلاس‌های بافت به روشناسی USDA، مقادیر متوسط آنها به منظور تعیین مقدار متوسط دائمه تغییرات رطوبتی در کلاس بافت به روشناسی CEC، محاسبه گردید. بررسی نتایج در جدول (۵) نشان می‌دهد که در حالت کلی متوسط دائمه تغییرات رطوبتی خاک در کلاس‌های بافت به روشناسی CEC، برای نقطه پژمردگی دائم بیش از مقادیر گنجایش زراعی است، بطوریکه این تغییرات برای

<sup>۱</sup> peat and organic soil layers

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 تندری بدليل 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، بطوريکه 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.

روطوبتی 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<sup>۱</sup> می‌باشد که تعریف علمی خاک شامل آن‌ها نمی‌شود و قادر 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: Mollisols، Inceptisols، 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 (شکل ۳)، 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.

<sup>1</sup> Miscellaneous Land Type

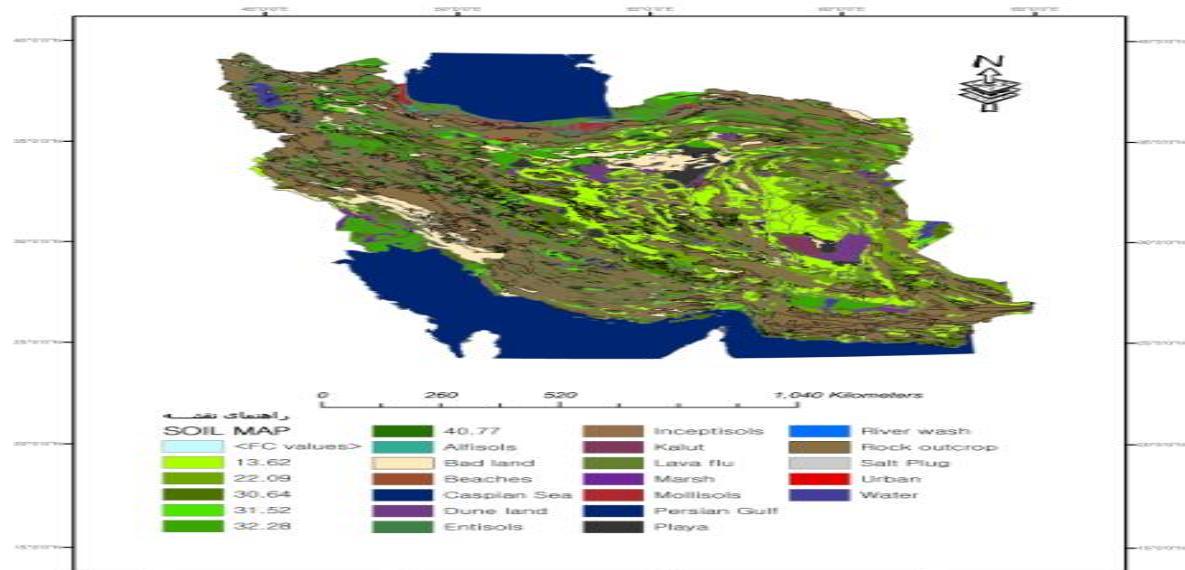
جدول (۵): دامنه خصوصیات رطوبتی (بر حسب درصد) بافت های مختلف خاک در روش طبقه بندی CEC

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

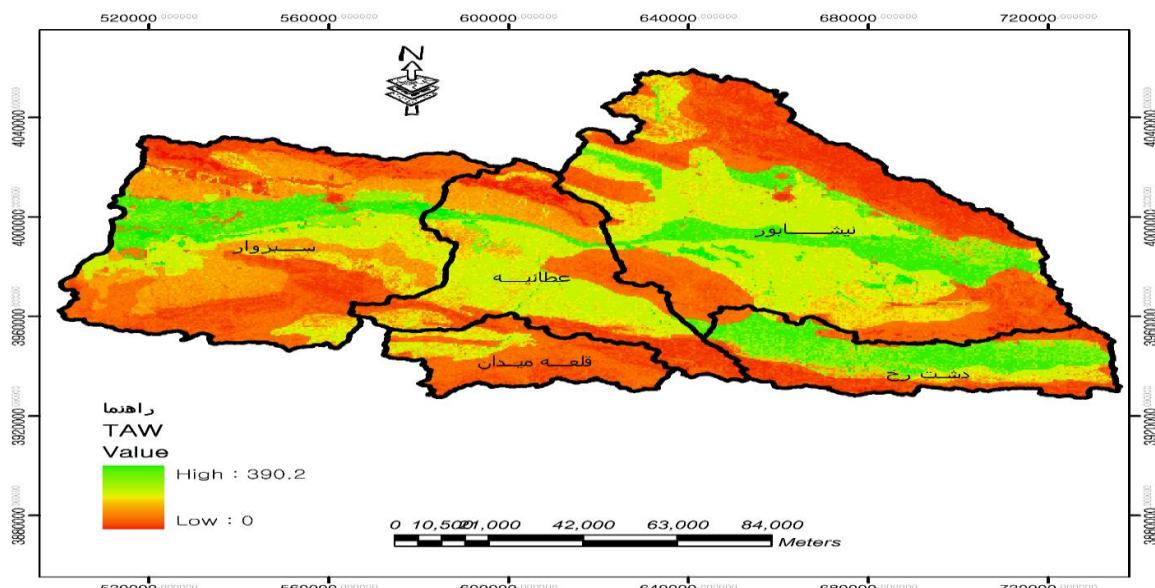
## جدول (۶) : واحدهای شامل اراضی متفرقه

ردیف	نام واحد	تعریف واحد
۱	صخرهای <sup>۱</sup>	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 <sup>۲</sup>	تپه، پشتہ 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 <sup>۳</sup>	شن‌های ساحلی دریایی خزر و خلیج فارس در این طبقه از اراضی قرار دارند. همچنین شن‌زارها <sup>۴</sup> در این طبقه از اراضی قرار دارند.
۴	صخرهای سنگی <sup>۵</sup>	صخره‌های لخت و عاری از هر گونه پوشش گیاهی و خاکی در کوهستانهای کویر مرکزی.
۵	هزار دره <sup>۶</sup>	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 منطقه‌ای خاص در کویر لوت که کلیه مشخصات هزار دره را دارد.
۶	کلوت <sup>۷</sup>	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.
۷	مرداب و خلنگزار <sup>۸</sup>	ناواحی لم یزرع، موقتاً سیلانی در کف حوضچه‌ها که با ته نشسته‌های ریز بافت پوشیده شده باشند و به صورت تخلیه‌گاه موقتی و یا دائمی آب زهکشی عمل می‌کنند.
۸	پلایا، کفه <sup>۹</sup>	تپه‌های نسبتاً مرتفع نمکی در زاگرس جنوبی که مربوط به دوره کامبرین بوده و از بین تشکیلات فارس بروند دارند.
۹	گنبدهای نمکی <sup>۱۰</sup>	کفه‌های زهکشی نشده مناطق خشک با نهشته‌های سطحی حاوی نمک‌های ثانویه که روی ته نشسته‌های لایه‌ای شدیداً شور قرار گرفته‌اند.
۱۰	کفه‌های نمکی <sup>۱۱</sup>	شهرها و مناطق مسکونی که از لحظه وسعت قابل نمایش روی نقشه می‌باشد.
۱۱	مناطق مسکونی <sup>۱۲</sup>	کلیه سطوح آبی داخل کشور اعم از دریاچه‌های طبیعی و یا آبگیرها می‌باشد. همچنین دریای خزر <sup>۱۳</sup> ، خلیج فارس <sup>۱۴</sup> و رودخانه‌های آب شیرین در این طبقه از اراضی قرار دارند.
۱۲	آب <sup>۱۵</sup> ها	

<sup>1</sup> Rock Outcrops<sup>2</sup> Dun Lands<sup>3</sup> Coastal sands<sup>4</sup> Beaches<sup>5</sup> stony rock lands<sup>6</sup> Badland<sup>7</sup> Kalut<sup>8</sup> Matsland lagoon<sup>9</sup> Marsh<sup>10</sup> Playa<sup>11</sup> Salt Plugs<sup>12</sup> Salt flats<sup>13</sup> Urban Areas<sup>14</sup> Water<sup>15</sup> Caspian Sea<sup>16</sup> 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)

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 انجمان اروپا CEC (این روش دارای ۶ کلاس بافتی با کدهای ۰ تا ۵ است)، و تطابق بین

**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

حاکم بر حوضه در جهت رسیدن به کل رطوبت قابل دسترس می‌باشد و نقش اثر متقابل شبیب 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 قبل 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.

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 شبیب حوضه در جهت تخمین و تهیه نقشه عمق موثر نگهداشت رطوبتی لایه سطحی خاک گردید و در انتهای 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 قبل دسترس، استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان‌دهنده این است که در نقشه حاصله، فیزیک

## منابع

- احسانی، ع.، ح. ارزانی، م. فرچپور، ح. احمدی، م. جعفری و م. اکبرزاده. ۱۳۹۱. برآورد تخریب و تعرق با استفاده از اطلاعات آب و هوایی، خصوصیات گیاه (مرتع) و خاک به کمک برنامه نرم‌افزار Cropwat 8.0. (مطالعه موردی: منطقه استپی استان مرکزی ایران، ایستگاه رودشور). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۹. شماره ۱. صفحه ۱۶-۱۹
- اسفندیارپور بروجنی، ع.، م. ه. فرپور و ا. کمال. ۱۳۹۰. بررسی کارایی دو سامانه‌ی رده بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با طبقه‌بندی خاک‌های شور استان کرمان. نشریه‌ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۱۱۵۸-۱۱۷۱. ۲۵(۲)
- بایبوردی، م. ۱۳۸۷. خاک، پیدایش و رده‌بندی (رده‌بندی خاک‌های ایران). انتشارات دانشگاه تهران. ۶۸۰ ص
- مقیمی، 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 Africa. *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 interpreting soil surveys (2nd Edition, U.S. Department of Agriculture 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 Laboratory. 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. Aerospace 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<sup>1</sup>, Kamran Davary<sup>2</sup>, Hussain Ansari<sup>3</sup>, Bijan Ghahraman<sup>4</sup>, Seyed Mahmoud Hosseini<sup>5</sup>, Mohsen Naseri<sup>6</sup>

### 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