19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

کاربرد مدل شبیه‌سازی نیوهال در تعیین اقلیم خاک در برخی مناطق استان فارس

معصومه سرمست[1*]

۱- استادیار بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران*
(masoomeh.sarmast@saadi.shirazu.ac.ir)

چکیده

اقلیم خاک در رده‌بندی خاک‌ها توسط سامانه رده‌بندی آمریکایی نقش کلیدی دارد. در ایران غالباً اقلیم خاک توسط نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران تعیین می‌گردد. مدل شبیه‌سازی نیوهال برای تعیین اقلیم خاک در سطح بین‌الملل استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه کاربرد این مدل در تعیین اقلیم خاک مناطق مختلف استان فارس و مقایسه نتایج آن با نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران است. شهرستان‌های آباده، شیراز، لارستان و کازرون به‌ترتیب واقع در شمال (سرد و خشک)، مرکز (معتدل و مرطوب)، جنوب (گرم و خشک) و غرب (گرم و نیمه‌مرطوب) استان فارس که هر کدام در یک قلمرو اقلیمی از این استان هستند و داده‌های اقلیمی جوی طولانی‌مدت آن‌ها نیز به ثبت رسیده‌است، انتخاب شدند. داده‌های ماهانه متوسط درجه‌حرارت و میزان کل بارندگی ایستگاه‌های هواشناسی این شهرستان‌ها در طی بازه زمانی طولانی‌مدت از اداره کل هواشناسی استان فارس دریافت شد. سپس، متوسط درجه حرارت و بارندگی ماهانه طولانی مدت برای هر ماه محاسبه و در نرم‌افزار jNSM 1.6.1 وارد گردید. در مناطق مطالعاتی رژیم‌های رطوبتی خاک Aridic، Ustic و Xeric و رژیم‌های حرارتی خاک Mesic، Thermic و Hyperthermic مشاهده شدند. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی در شهرستان‌های شیراز، لارستان و کازرون در هر دو روش یکسان بودند. در شهرستان آباده رژیم حرارتی خاک از Mesic (نقشه) به Thermic (نرم‌افزار) تغییر یافته‌است. با توجه به تغییرات اقلیمی در مقیاس جهانی و منطقه‌ای، استفاده از مدل شبیه‌سازی نیوهال در به‌روزرسانی اقلیم خاک و تطبیق بهتر با شرایط واقعی منطقه بسیار مؤثر است.

واژگان کلیدی: رژیم حرارتی خاک، رژیم رطوبتی خاک، رده‌بندی خاک آمریکایی

مقدمه

تشکیل خاک تابعی از سنگ مادر، توپوگرافی، اقلیم، موجودات زنده و زمان است. این عوامل خاکسازی بر توسعه سامانه‌های رده‌بندی خاک، تأثیر گذاشته‌اند. برخی از سامانه‌های رده‌بندی بر فرآیندها متکی هستند؛ اما اغلب آن‌ها بر اساس نحوه پیدایش خاک می‌باشند (Krasilnikov et al., 2009). در سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی، گروه‌بندی خاک‌ها بر اساس ویژگی‌های ژنتیکی و مورفولوژیکی آن‌ها انجام می‌شود (Soil Survey Staff, 2022). این سامانه اولویت و اهمیت بیش‌تری برای عامل خاکسازی اقلیم نسبت به سایر عوامل خاکسازی قائل شده‌است و اقلیم خاک به‌عنوان یک ویژگی مشخصه یک جزء مهم از ساختار آن از زمان انتشار "هفتمین تقریب" و "رده‌بندی خاک" تا زمان حاضر بوده‌است (Soil Survey Staff, 1960, 1975, 2022).

اقلیم خاک شامل دو مؤلفه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک است که به‌عنوان یک عامل کلیدی نقش مهمی در پیدایش، فرآیندهای خاکسازی، ویژگی‌ها (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) و رفتار گذشته و حال خاک ایفا می‌نماید. هم‌چنین، اقلیم

خاک پتانسیل کاربری اراضی را از لحاظ نوع محصولات قابل کشت تعیین می‌نماید که این امر منجر به کاربردی و معنی‌دارشدن تفسیرهای مدیریتی واحدهای خاک در سامانه رده‌بندی آمریکایی می‌گردد (Jeutong et al., 2000; Yamoah et al., 2003; O'donnell and Manier, 2022). بنابراین، می‌توان گفت سامانه رده‌بندی آمریکایی با تعریف اقلیم خاک، ساختار خود را به‌گونه‌ای تعریف نموده‌است که محدودیت اصلی خاک برای رشد گیاهان را منعکس می‌نماید. به‌علاوه، این سامانه با تعریف اقلیم خاک امکان شناسایی مناطق جغرافیایی وسیع و یکنواخت را روی نقشه‌های کوچک مقیاس فراهم می‌سازد. این امر تهیه نقشه‌های کلی خاک را تسهیل می‌کند؛ نقشه‌هایی که به‌ویژه برای تفسیرهای کشاورزی، به‌خصوص در مورد محصولاتی که از نظر اقلیمی به مناطق خاصی محدود هستند، بسیار کاربردی و قابل فهم خواهند بود (Winzeler et al., 2013; O'Donnell and Manier, 2022).

اقلیم خاک (رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک) تابعی جزئی از اقلیم جو می‌باشد که از روی داده‌های اقلیمی جو (درجه حرارت و بارندگی) قابل استنباط است (Soil Survey Staff, 1975). مدل شبیه‌سازی نیوهال[1] (NSM) برای تخمین اقلیم خاک از روی داده‌های اقلیمی جوی ایستگاه‌های هواشناسی پیشنهاد و تأیید شده‌است و توسط بسیاری از پژوهشگران در سطح بین‌الملل در مطالعات رده‌بندی خاک، عکس‌العمل محصولات کشاورزی به آب‌وهوا و پیش‌بینی عملکرد محصولات مورد استفاده قرار گرفته‌است (Jeutong et al., 2000; Costantini et al., 2002; Yamoah et al., 2003; Bonfante et al., 2011; Winzeler et al., 2013). NSM یک مدل شبیه‌سازی اقلیم خاک سنتی است (Newhall and Berdanier, 1996) که با یک رویکرد سیستماتیک و کمی برای تعیین رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک، در ابتدا به زبان COBOL[2] نوشته شد. سپس در GW-Basic[3] دوباره اجرا شد. نسخه GW-Basic مدل شبیه سازی نیوهال که به‌عنوان Van Wambeke 1.0 شناخته شده‌است، به زبان برنامه‌نویسی جاوا (موتور محاسباتی اصلی نرم‌افزار فعلی) با عنوان مدل شبیه‌سازی نیوهال جاوا[4] (jNSM) منتقل شد. نرم‌افزار فعلی تحت عنوان jNSM (۱,۶,۱) با مجموعه داده‌ها و فرضیاتی مشابه با مدل‌های قبلی است (Van Wambeke, 2000; USDA-NRCS, 2016).

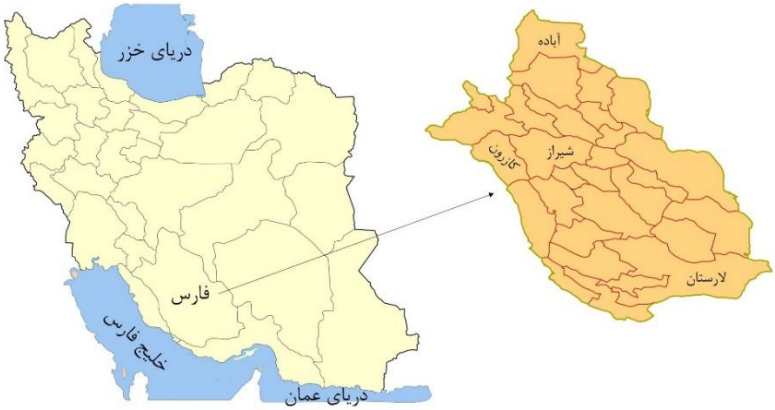
بنابراین، با توجه به این‌که اقلیم خاک یک عامل کلیدی در رده‌بندی خاک‌ها توسط سامانه رده‌بندی آمریکایی می‌باشد که به‌صورت فراگیر در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین، با در نظر گرفتن این موضوع که غالباً تعیین اقلیم خاک در ایران توسط نقشه رایج رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (بنایی، ۱۳۷۷) صورت می‌پذیرد که بر اساس اطلاعات اقلیمی گذشته تهیه شده‌است. به‌علاوه، با توجه به دستورالعمل مطالعات تفصیلی خاک‌شناسی برای تهیه نقشه‌های مدیریت‌پذیر خاک در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ که توسط معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی ایران منتشر شده‌است و در آن برای تعیین رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک استفاده از نرم‌افزار jNSM توصیه شده‌است. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف تعیین اقلیم خاک (رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک) توسط نرم‌افزار jNSM (USDA-NRCS, 2016) و مقایسه نتایج آن با نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (بنایی، ۱۳۷۷) در مناطق اقلیمی مختلف استان فارس انجام شد.

مواد و روش‌ها

استان فارس با وسعتی در حدود ۱۲۲۰۰۰ کیلومترمربع واقع در جنوب ایران، از تنوع اقلیمی زیادی برخوردار است؛ به‌نحوی‌که شامل اقلیم‌های سرد و خشک شمالی، معتدل و مرطوب مرکزی، گرم و خشک جنوبی و گرم و نیمه‌مرطوب غربی می‌باشد (حاتمی و خوشحال، ۱۳۸۹). برای انجام این پژوهش شهرستان‌های آباده (سرد و خشک شمالی)، شیراز

[1]. Newhall Simulation Model (NSM)
[2]. Common Business-Oriented Language (COBOL)
[3]. Gee Whiz Basic (GW-Basic)
[4]. Java Newhall Simulation Model (jNSM)

(معتدل و مرطوب مرکزی)، لارستان (گرم و خشک جنوبی) و کازرون (گرم و نیمه‌مرطوب غربی) به‌ترتیب واقع در شمال، مرکز، جنوب و غرب استان فارس که هر کدام در یک قلمرو اقلیمی از این استان هستند و داده‌های اقلیمی جوی طولانی‌مدت آن‌ها نیز به ثبت رسیده‌است، انتخاب شدند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت مناطق مطالعاتی در استان فارس

مشخصات مکانی ایستگاه‌های هواشناسی این شهرستان‌ها (جدول ۱) و نیز داده‌های اقلیمی جوی شامل متوسط درجه حرارت و میزان کل بارندگی ماهانه آن‌ها در سال در طی بازه زمانی طولانی مدت از بدو تأسیس ایستگاه هواشناسی در این شهرستان‌ها شامل آباده ۴۷ سال (۱۴۰۳-۱۳۵۶)، شیراز ۵۳ سال (۱۴۰۳-۱۳۵۰)، کازرون ۱۸ سال (۱۴۰۳-۱۳۸۵) و لارستان ۳۴ سال (۱۴۰۳-۱۳۶۹) از اداره کل هواشناسی استان فارس دریافت شد. انتخاب این بازه‌های زمانی طولانی مدت بر اساس سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی که ۳۰ سال یا بیش‌تر را در نظر گرفته‌است (Soil Survey Staff, 1975)، صورت پذیرفت. شهرستان کازرون به‌دلیل عدم وجود داده‌های اقلیمی جوی مدنظر قبل از سال ۱۳۸۵ (تأسیس ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در سال ۱۳۸۵) استثناء می‌باشد. در ادامه، متوسط درجه حرارت و بارندگی ماهانه آن‌ها در طی بازه زمانی طولانی مدت برای ۱۲ ماه محاسبه گردید (جدول ۱). سپس، با استفاده از آخرین نسخه مدل شبیه‌سازی نیوهال (jNSM 1.6.1) رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های مناطق مورد نظر تعیین شد. در ادامه، اقلیم خاک‌های (رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک) مناطق مطالعاتی از روی نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (بنایی، ۱۳۷۷) نیز تعیین و نتایج حاصل از دو روش با یکدیگر مقایسه شد.

در جدول ۱ اطلاعات مورد نیاز ایستگاه‌های هواشناسی واقع در شهرستان‌های مورد مطالعه برای کار با نرم‌افزار jNSM (1.6.1) آورده شده‌است. در این نرم‌افزار مقادیر مربوط به اختلاف درجه حرارت هوا-خاک و ظرفیت نگهداشت آب به‌ترتیب ۱ درجه سانتی‌گراد و ۲۰۰ میلی‌متر تعریف شدند. در ارتباط با اختلاف بین درجه حرارت هوا با خاک در ایران معمولاً ۱ درجه سانتی‌گراد را پذیرفته‌اند. هم‌چنین، ظرفیت نگهداشت آب برای پروفیل خاک واقع در ایستگاه هواشناسی یا نزدیک آن محاسبه می‌شود که معمولاً در محاسبات مقدار ۲۰۰ میلی‌متر که پیش‌فرض نرم‌افزار به‌عنوان میانگین قابل قبول برای بیش‌تر خاک‌هایی با بافت متوسط و خوب برای کشاورزی است، به کار می‌رود. این اطلاعات ورودی در نرم‌افزار با استفاده از هم‌پوشانی مکانی، ۲۸ لایه نقشه (متوسط درجه حرارت در ۱۲ ماه، متوسط بارندگی در ۱۲ ماه، ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی ایستگاه هواشناسی، ظرفیت نگهداشت آب) ایجاد می‌نمایند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تعیین اقلیم خاک توسط نرم‌افزار jNSM و نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (بنایی، ۱۳۷۷) در جدول ۲ آورده شده‌است. رژیم‌های رطوبتی خاک Aridic (اقلیم سرد و خشک شمالی)، Xeric (اقلیم معتدل

و مرطوب مرکزی) و Ustic (اقلیم‌های گرم و خشک جنوبی و گرم و نیمه‌مرطوب غربی) در مناطق مطالعاتی مشاهده می‌شوند. با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که به استثناء شهرستان آباده در سایر شهرستان‌ها رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک در هر دو روش یکسان می‌باشند. شهرستان‌های لارستان و کازرون به‌ترتیب واقع در اقلیم‌های گرم و خشک

جدول ۱- اطلاعات ورودی ایستگاه‌های هواشناسی شهرستان‌های مورد مطالعه در نرم‌افزار jNSM (میانگین بازه زمانی طولانی‌مدت)

نام ایستگاه: آباده، شیراز، کازرون، لارستان	شناسه ایستگاه: آباده (۴۰۸۱۸)، شیراز (۴۰۸۴۸)، کازرون (۴۰۸۶۱)، لارستان (۴۰۸۷۳)	
کشور: ایران استان: فارس	ارتفاع (متر): آباده (۲۰۳۰)، شیراز (۱۴۸۴)، کازرون (۸۶۰)، لارستان (۷۹۲)	
نوع شبکه: سایر	عرض جغرافیایی (درجه اعشار): آباده (۳۱/۱)، شیراز (۲۹/۳)، کازرون (۲۹/۴)، لارستان (۲۷/۴)	
نوع دوره: متوسط چندین سال	طول جغرافیایی (درجه اعشار): آباده (۵۲/۴)، شیراز (۵۲/۴)، کازرون (۵۱/۴)، لارستان (۵۴/۲)	
تاریخ شروع و پایان (سال): آباده (۱۴۰۳-۱۳۵۶)، شیراز (۱۴۰۳-۱۳۵۰)، کازرون (۱۴۰۳-۱۳۸۵)، لارستان (۱۴۰۳- ۱۳۶۹)		
واحد داده‌ها: متریک	اختلاف درجه حرارت هوا-خاک (درجه سانتی‌گراد): ۱	ظرفیت نگهداشت آب (میلی‌متر): ۲۰۰

متوسط ماهانه درجه حرارت هوا (درجه سانتی‌گراد)

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آباده	۴/۰۳	۷/۶	۱۲/۲	۱۷/۲۷	۲۲/۴۸	۲۵/۸۹	۲۵/۱۴	۲۲/۰۷	۱۶/۸۳	۱۰/۸۲	۵/۷۸	۳/۴۹
شیراز	۷/۵۷	۱۱/۲۷	۱۵/۳۷	۲۰/۹	۲۶/۴۶	۲۹/۶	۲۹/۳۹	۲۶/۲۶	۲۱/۰۵	۱۴/۷۱	۹/۳۵	۶/۸۶
کازرون	۱۲/۳۳	۱۵/۸۴	۱۹/۹۲	۲۵/۷۵	۳۱/۸۸	۳۴/۲۷	۳۴/۵۲	۳۲/۰۵	۲۷/۱۸	۲۰/۵۱	۱۴/۲۶	۱۱/۸۶
لارستان	۱۳/۰۸	۱۶/۸۹	۲۱/۶۸	۲۷/۴۹	۳۲/۳۹	۳۴/۹۴	۳۴/۷۵	۳۱/۸۱	۲۶/۸۳	۲۰/۶۴	۱۴/۸۵	۱۲/۳

متوسط ماهانه بارندگی (میلی‌متر)

	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آباده	۱۷/۶۸	۱۸/۲۵	۲۳/۶۶	۱۲/۷	۲/۷۴	۰/۳۸	۱/۴۷	۰/۴۳	۱/۷۳	۱۰/۷۱	۲۵/۲۳	۲۰/۱۲
شیراز	۵۷/۲۸	۴۴/۷۲	۴۰/۷۸	۱۴/۲۸	۰/۳۹	۰/۴۶	۱/۲۶	۰/۱	۱/۴	۲۴/۶۴	۵۸/۰۵	۷۰/۷۳
کازرون	۷۷/۲۳	۳۱/۴۸	۴۶/۲۸	۱۱/۴۳	۰/۴۱	۲/۵۴	۶/۷۲	۰/۹۳	۱/۷۲	۴۹/۵۹	۷۰/۳	۷۲/۵۵
لارستان	۳۷/۲۴	۲۹/۲۹	۲۳/۹۹	۴/۴۵	۱/۷۲	۵/۷۹	۱۲/۸۴	۴/۹۹	۲/۳	۷/۱۵	۳۲/۱۲	۴۱/۹۲

جنوبی و گرم و نیمه‌مرطوب غربی دارای رژیم‌های حرارتی (Hyperthermic) و رطوبتی خاک (Xeric Tempustic) یکسانی هستند؛ اما با شهرستان‌های آباده (سرد و خشک شمالی) و شیراز (معتدل و مرطوب مرکزی) متفاوت می‌باشند. این نتیجه حاکی از این است که دامنه تغییرات درجه حرارت ناحیه گرم و خشک جنوبی (متوسط درجه حرارت هوا سالانه طولانی‌مدت ۲۴ $^{\circ}C$) با ناحیه گرم و نیمه‌مرطوب غربی (متوسط درجه حرارت هوا سالانه طولانی‌مدت ۲۳/۴ $^{\circ}C$) تقریباً مشابه است (حاتمی و خوشحال، ۱۳۹۸). رژیم رطوبتی خاک Ustic (Soil Survey Staff, 2022) دارای تقسیم‌بندی‌های فرعی‌تری (Van Wambeke, 1982) می‌باشد که Xeric Tempustic یکی از آن‌ها به شمار می‌رود. نمودارهای اقلیمی (شکل ۲ پ و ت) شهرستان‌های لارستان و کازرون با میانگین میزان کل بارندگی سالانه طولانی‌مدت به‌ترتیب ۲۰۴ و ۳۷۱ میلی‌متر منعکس‌کننده الگوی نامنظم توزیع بارندگی در رژیم رطوبتی خاک Ustic هستند.

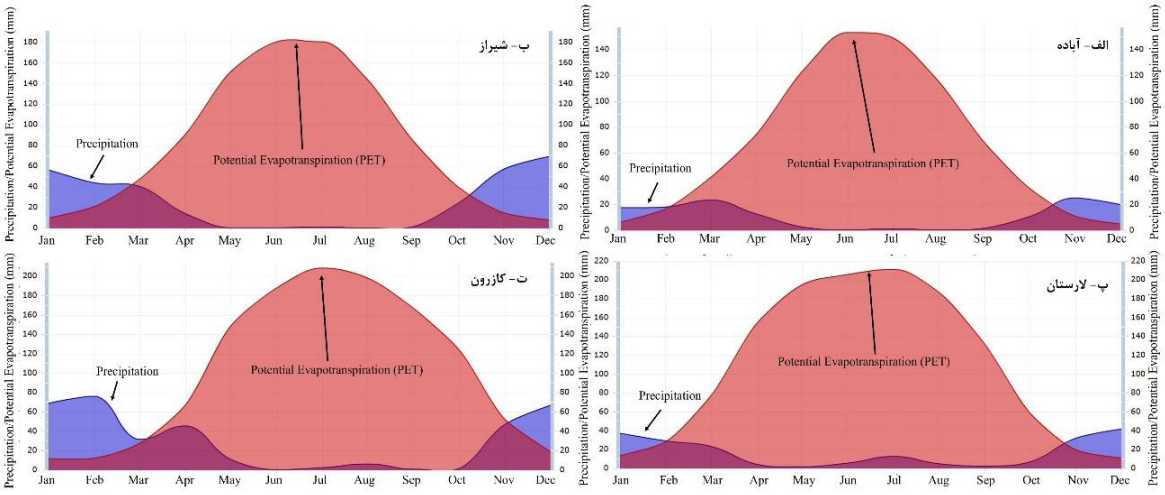
جدول ۲- اقلیم خاک در مناطق مطالعاتی

شهرستان	موقعیت در استان فارس	اقلیم	خروجی نرم‌افزار jNSM		نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران	
			رژیم رطوبتی خاک	رژیم حرارتی خاک	رژیم رطوبتی خاک	رژیم حرارتی خاک
آباده	شمال	سرد و خشک شمالی	Weak Aridic	Thermic	Weak Aridic	Mesic
شیراز	مرکز	معتدل و مرطوب مرکزی	Dry Xeric	Thermic	Dry Xeric	Thermic
لارستان	جنوب	گرم و خشک جنوبی	Xeric Tempustic	Hyperthermic	Xeric Tempustic	Hyperthermic
کازرون	غرب	گرم و نیمه‌مرطوب غربی	Xeric Tempustic	Hyperthermic	Xeric Tempustic	Hyperthermic

نرم‌افزار jNSM رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک شهرستان آباده را به‌ترتیب Thermic (میانگین سالانه درجه حرارت خاک $\leq$ ۱۵ ˚C و $>$ ۲۲ ˚C) و Weak Aridic تعیین نمود؛ در حالی‌که این شهرستان روی نقشه در ناحیه Aw.Me که نشان‌گر رژیم حرارتی خاک Mesic (میانگین سالانه درجه حرارت خاک $\leq$ ۸ ˚C و $>$ ۱۵ ˚C) و رژیم رطوبتی خاک Weak Aridic است، قرار دارد. رژیم رطوبتی Weak Aridic تقسیم‌بندی فرعی (Van Wambeke, 1982) از رژیم رطوبتی Aridic (Soil Survey Staff, 2022) می‌باشد. دلیل تفاوت رژیم حرارتی خاک در دو روش می‌تواند ناشی از تفاوت طول دوره (میانگین یک سال یا چندین سال) و بازه زمانی آماری (دوره طولانی‌مدت قبل از ۱۳۷۷در نقشه در مقابل دوره طولانی‌مدت قبل از ۱۴۰۴ مورد استفاده توسط نرم‌افزار) یا مدل محاسباتی مورد استفاده توسط آن‌ها باشد.

بنابراین، در شهرستان آباده تغییر اقلیم منطقه‌ای رخ داده که منجر به افزایش درجه حرارت محیط و در نتیجه خاک گردیده‌است. دلیل این امر می‌تواند ناشی از تغییر الگوی بارش (در فصول مختلف سال) و افزایش درجه حرارت در طی دهه‌های اخیر در این منطقه باشد. این نتیجه با نتایج پژوهش حقیقی و همکاران (۱۴۰۳) کاملاً هم‌خوانی دارد. آن‌ها با استفاده از مدل آماری LARS-WG پارامترهای اقلیمی بارش و دمای بیشینه را برای شهرستان آباده به‌صورت ریزمقیاس بررسی و گزارش نمودند که میزان بارش در ایستگاه سینوپتیک آباده در فصل‌های بهار و تابستان کاهشی و در فصل‌های پاییز و زمستان افزایشی است. علاوه‌بر این، افزایش دمای بیشینه در این ایستگاه در دوره آینده نزدیک (۲۰۴۰-۲۰۲۱) نسبت به دوره پایه (۲۰۱۷-۱۹۹۰) در پژوهش آن‌ها مشاهده شد. بنابراین، این تغییرات آب‌وهوایی قادر است تأثیر قابل توجهی بر مدل‌سازی توسط نرم‌افزار jNSM داشته باشد و اقلیم خاک را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه‌بر این، نمودار اقلیمی شهرستان آباده (شکل ۲ الف) نیز نشان می‌دهد که خاک‌های واقع در این شهرستان با اقلیم سرد و خشک با محدودیت رطوبت (رژیم رطوبتی Aridic) بیش‌تری نسبت به سایر شهرستان‌ها (رژیم‌های رطوبتی Ustic و Xeric) روبه‌رو بوده و مقدار رطوبت آن‌ها بسیار کم (میانگین میزان کل بارندگی سالانه طولانی مدت ۱۳۵ mm) است.

نمودار اقلیمی شهرستان شیراز واقع در مرکز استان فارس با اقلیم معتدل و مرطوب به‌خوبی منعکس‌کننده رژیم رطوبتی خاک Xeric (تقسیم‌بندی فرعی، Dry Xeric) که دارای تابستان‌های خشک و زمستان‌های مرطوب است، می‌باشد (شکل ۲ ب).



شکل ۲- نمودار اقلیمی (بارندگی- پتانسیل تبخیر و تعرق) در طی ماه‌های سال در بازه زمانی طولانی‌مدت (خروجی نرم‌افزار jNSM)

نتیجه‌گیری

با توجه به نقش کلیدی اقلیم خاک در رده‌بندی خاک‌ها توسط سامانه رده‌بندی آمریکایی از یک سو و تغییرات اقلیمی در مقیاس جهانی و منطقه‌ای از سوی دیگر و با در نظر گرفتن این موضوع که نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران که بر اساس اطلاعات اقلیمی گذشته تهیه شده‌است؛ به‌دلیل کوچک مقیاس بودن و با توجه به تغییر اقلیم در برخی مناطق شاید به خوبی قادر به تعیین اقلیم خاک‌ها نشود؛ استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی نظیر jNSM در به‌روزرسانی اقلیم خاک و تطبیق بهتر با شرایط واقعی منطقه بسیار مؤثر است. تعیین اقلیم خاک توسط نرم‌افزار jNSM باعث افزایش دقت مطالعات پیدایش و رده‌بندی خاک، تعیین پتانسیل، قابلیت و کاربری اراضی کشاورزی و مدیریت بهتر آن‌ها نیز می‌شود.

فهرست منابع

۱- بنایی، م. ح. (۱۳۷۷). نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (۱:۲۵۰۰۰۰۰). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲- حاتمی بهمن بیگلو، خ.، خوشحال دستجردی، ج. (۱۳۸۹). نواحی اقلیمی استان فارس به روش تحلیل عاملی. فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۰ (۳۲): ۱۵۰- ۱۳۵.

۳- حقیقی، پ.، سلیمان‌پور، م.، مرادی، ا. (۱۴۰۳). اثرات تغییر اقلیم بر مقادیر حدی بارش و دما با استفاده از سناریوهای SSP (مطالعه موردی: استان فارس). مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک. (پذیرش‌شده) doi: 10.22098/mmws.2024.14691.1425

4- Bonfante, A., Basile, A., Manna, P., Terribile, F. (2011). Use of physically based models to evaluate USDA soil moisture classes. Soil Science Society American Journals, 75, 181-191. doi:10.2136/sssaj2009.0403

5- Costantini, E. A. C., Castelli, F., Raimondi, S., Lorenzoni, P. (2002). Assessing soil moisture regimes with traditional and new methods. Soil Science Society American Journals, 66, 1889-1896. doi:10.2136/sssaj2002.1889

6- Jeutong, F., Eskridge, K. M., Waltman, W. J., Smith, O. S. (2000). Comparison of bioclimatic indices for prediction of maize yields. Crop Science, 40, 1612-1617. doi:10.2135/cropsci2000.4061612x

7- Krasilnikov, P., Ibanez, J. J., Arnold, R. W., Shoba, S. (2009). Soil Terminology, Correlation and Classification. Earthscan, London.

8- Newhall, F., Berdanier, C. R. (1996). Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Soil survey investigations report No. 46. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center. Lincoln, NE, USA. 15 p.

9- O'Donnell, M. S., Manier, D. J. (2022). Spatial estimates of soil moisture for understanding ecological potential and risk: a case study for arid and semi-arid ecosystems. Land, 11 (1856), 1-37. doi:10.3390/land11101856

10- Soil Survey Staff. (1960). Soil classification, a comprehensive system, 7th approximation. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

11- Soil Survey Staff. (1975). Soil taxonomy- a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, second edition. Agriculture Handbook, number 436. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 886 p.

12- Soil Survey Staff. (2022). Keys to soil taxonomy, 13th edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 410p.

13- USDA-NRCS. (2016). Java Newhall Simulation Model (jNSM, version 1.6.1). Washington, D.C. Available online: https://www.nrcs.usda.gov/resources/education-and-teaching-materials/java-newhall-simulation-model-jnsm (accessed on 3 July 2025).

14- Van Wambeke, A. R. (1982). Calculated soil moisture and temperature regimes of Africa. Soil Management Support Services Technical Monograph No. 3. USDA-SCS, Washington, D.C.

15- Van Wambeke, A. R. (2000). The Newhall simulation model for estimating soil moisture & temperature regimes. Department of Crop and Soil Sciences. Cornell University, Ithaca, NY.

16- Winzeler, H. E., Owens. P. R., Waltman, S. W., Waltman, W., Libohova, Z., Beaudette, D. (2013). A methodology for examining changes in soil climate geography through time: U.S. soil moisture regimes for the period 1971-2000. Soil Science Society American Journal, 77, 213-225.
17- Yamoah, C. F., Bationo, A., Wyatt, T. J., Shapiro, B., Koala, S. (2003). Simulated weather variables' effects on millet fertilized with phosphate rock sand in the Sahel. Nutrition Cycling Agroecosystems, 67, 167-176.

Determining soil climate in some areas of Fars Province using the Newhall simulation model

Masoomeh Sarmast[1*]
[1*]Assistant Professor, Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
(masoomeh.sarmast@saadi.shirazu.ac.ir)

Abstract
Soil climate plays a crucial role in soil classification according to Soil Taxonomy. In Iran, soil climate is often determined by the soil moisture and temperature regimes map of Iran. The Newhall simulation model is an international tool for identifying soil climate. This study aims to apply the Newhall simulation model to determine soil climate in different areas of Fars Province and compare the results with the soil moisture and temperature regimes map of Iran. Abadeh, Shiraz, Larestan, and Kazerun counties, located in the north (cold and dry), center (temperate and humid), south (warm and dry), and west (warm and semi-humid) of Fars Province, were selected, respectively. The selection of these counties was based on their different climatic regions in Fars Province, and their long-term atmospheric climate data has also been recorded. Mean monthly temperature and total rainfall data of weather stations of these counties were received over a long-term period from the Fars Meteorological Bureau. Then, the long-term mean monthly temperatures and rainfall were calculated for each month, and the data were entered into the jNSM 1.6.1 software. The study areas showed aridic, ustic, and xeric soil moisture regimes as well as mesic, thermic, and hyperthermic soil temperature regimes. Soil moisture and temperature regimes of Shiraz, Larestan, and Kazerun counties were similar in both methods. In Abadeh County, the soil temperature regime shifted from Mesic (map) to Thermic (Software). Considering the global and regional climate changes, the use of the Newhall simulation model is very effective in updating soil climate and better adapting to the actual regional conditions.

Keywords: Soil temperature regime, Soil moisture regime, U.S. Soil Taxonomy