بررسی روند تغییر دمای اعماق مختلف خاک در شمال غرب ایران

محمد باعقیده[۱]، علیرضا انتظاری[۱]، آزیتا کردی[۲]
۱- استادیار اقلیم شناسی دانشگاه حکیم سبزواری
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه حکیم سبزواری

چکیده

هدف این پژوهش بررسی تغییرات روند دمای خاک در اعماق مختلف برای محدوده شمال غرب ایران شامل استان‌های آذربایجان‌شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، زنجان و کردستان می‌باشد. در این راستا از داده‌های دمای خاک برای ژرفای (۵، ۲۰، ۱۰۰) سانتی متری برای ۳۱ ایستگاه محدوده مطالعاتی در دوره آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۲) استفاده شده است. جهت بررسی روند تغییرات در دمای خاک از آزمون ناپارامتری من- کندال استفاده شد و نتایج در فرم نقشه های پهنه‌بندی ارائه گردید.نتایج نشان داد، بیشترین دامنه نوسان روزانه دما در لایه های نزدیک به سطح زمین (عمق ۵ سانتیمتری) می‌باشد که با افزایش عمق از مقدار آن کاسته می شود. بیشتر ایستگاه های مورد بررسی روند افزایشی معناداری را برای دمای خاک در اعماق مختلف نشان دادند که در این بین ایستگاه سراب و بانه به ترتیب بالاترین و پایین ترین روند افزایشی را دارا بودند.

واژه های کلیدی: دمای خاک، من کندال، روند، شمال‌غرب ایران.

مقدمه

دسترسی به داده های درجه حرارت در اعماق مختلف خاک برای اهداف برنامه های کاربردی، زیست محیطی و مدیریت کشاورزی دارای اهمیت است. با توجه به اینکه تمامی فرآیندهای خاک بویژه فعالیت های فیزیکی آن بصورت مستقیم و غیرمستقیم تحت تاثیر دما قرار می گیرند، از این رو دمای خاک را می توان یکی از عوامل بسیار مهم در تبادل ماده و انرژی در خاک به شمار آورد. (گلشن و همکاران،۱۳۹۲). باقری (۱۳۸۴) با هدف مطالعه دمای خاک در بروز پدیده یخبندان در کبوتر آباد اصفهان، به بررسی تغییرات سالانه، ماهانه و روزانه‌ی دمای اعماق خاک پرداخت و همبستگی‌های لازم بین پارامترهای حداقل هوا، حداقل خاک و حداقل سطح زمین را به دست آورد. جعفری گلستانی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از روابط رگرسیونی معادلات تجربی را جهت تخمین دمای خاک شهر ساری در عمق های ۷ و ۲۰ سانتی متر پیشنهاد نمودند. نجفی مود و همکاران (۱۳۸۷) به منظور برآورد عمق یخبندان خاک و ارایه یک رابطه ساده و منطقی بین درجه حرارت هوا و اعماق مختلف خاک در ایستگاه های هواشناسی خراسان پژوهشی انجام داده که نتایج آن منجر به ارایه یک معادله درجه دوم به ازای هر عمق خاک شد. سبزی پرور و همکاران (۱۳۸۹) به برآورد میانگین روزانه دمای خاک در چهار نمونه اقلیمی ایران با روش همبستگی خطی چند متغیره پرداختند. روابط تجربی با استفاده از رگرسیون های چند متغیره بین دمای خاک به عنوان متغیر وابسته و بقیه متغیرهای روزانه هواشناسی به عنوان متغیر مستقل استخراج و برحسب معیارهای آماری دسته بندی شدند نتایج آن ها نشان داد که اهمیت تاثیر متغیرهای هواشناسی بر دمای خاک در اقلیم های مختلف یکسان نمی‌باشد.گلشن و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی روند معنی دار در دمای هوا و دمای خاک با استفاده از آزمون ناپارامتری من کندال در ژرفای ۵ و ۱۰۰ سانتی متر ی خاک در ایستگاه سینوپتیک کرمان پرداختند یافته های این پژوهش نشان داد دمای خاک در ماه های ژانویه و آوریل و آگوست در ژرفای ۵ سانتی متری خاک روند کاهشی معنی دار و در ماه مارس و ژوئن در ژرفای ۱۰۰ سانتی متری خاک دارای روند افزایشی معنی دار می باشد. شیوخی سوغانلو و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از روش آزمون ناپارامتری من – کندال به بررسی روند تغییرات سری های زمانی سالانه و

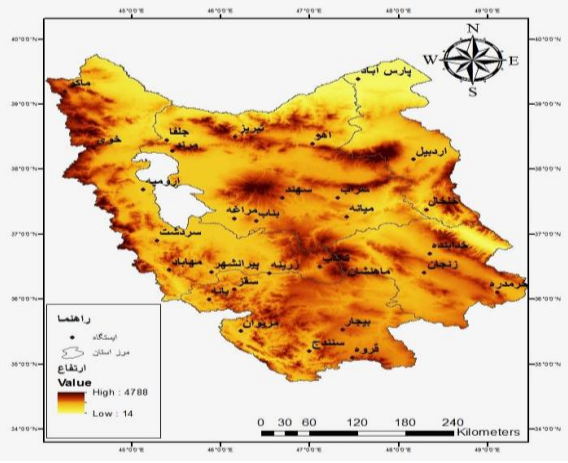
فصلی دمای ژرفای خاک پرداختند. آلدریچ و کوک (۱۹۸۳) با ارائه مدل رگرسیون چند متغیره دمای خاک را در عمق های ۱۰ و ۳۰ سانتی متر محاسبه کردند. ژنگ و همکاران (۱۹۹۳) با استفاده از دمای هوا و بکار گیری رگرسیون خطی دمای خاک را در عمق ۱۰ سانتی متر در آمریکا برآورد نمودند. پلابورگ (۲۰۰۲) مطالعه ای را جهت ارائه روابط ساده و تجربی برای برآورد دمای خاک در عمق ۱۰ سانتیمتر در دانمارک انجام داد. میهالاکوکا (۲۰۰۲) برای برآورد دمای خاک از دمای هوا و رطوبت نسبی و تابش خورشیدی به عنوان متغیرهای ورودی استفاده نمود.

تغییرات دمای خاک در ژرفای بسیار زیاد و ژرفای سطحی، متفاوت است. به طوری که در ژرفای بسیار زیاد (۲۰۰-۱۰ متر) بیانگر بروز تغییر اقلیم است، این در حالی است که تغییرات دما در ژرفاهای سطحی خاک می تواند تغییرات کوتاه مقیاسی را به دنبال داشته باشد (فرگوسن و بلترامی،۲۰۰۶). ورونز و همکاران (۲۰۰۶) در یک منطقه شهری در برزیل، با به کارگیری شبکه عصبی مصنوعی دمای سطحی خاک را برآورد نمودند. وستیک و همکاران (۲۰۱۳) در منطقه کرواسی با بررسی روند فصلی دمای خاک نشان داد که بیشترین افزایش و روند معنی دار در دمای خاک مربوط به فصل بهار و تابستان می باشد. دمای خاک و نوسانات آن منجر به تغییر در درجه حرارت هوا و بارش می شود که هر دو به طور قابل توجهی با تغییرات آب و هوا در ارتباط است (بای وهمکاران،۲۰۱۴).

مرور منابع در زمینه دمای خاک نشان می دهد، پژوهش های اندکی در زمینه بررسی روند تغییرات دمای خاک بخصوص در شمال‌غرب ایران انجام شده است. هدف این پژوهش بررسی دمای اعماق خاک در شمال غرب ایران شامل استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، زنجان و کردستان و همچنین تحلیل روند تغییرات این پارامتر مهم می باشد.

مواد و روش ها

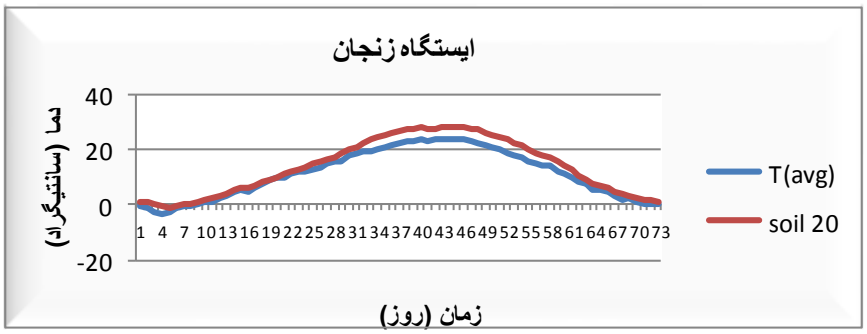
در تحقیق حاضر منطقه مورد مطالعه پهنه ای است که شامل استان های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اردبیل، کردستان و زنجان می باشد.به منظور بررسی روند دمای خاک درمحدوده شمال غرب داده های روزانه درجه حرارت سطح زمین و اعماق خاک (۵،۲۰،۱۰۰) در ساعات ۰۳، ۰۹ و ۱۵ به وقت گرینویچ طی دوره آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۲) از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. ابتدا تغییرات سری زمانی دمای محیط و دمای خاک به صورت گرافیکی ترسیم و تحلیل مقدماتی بر روی آن انجام گرفت شکل (۲). در ادامه آزمون روند به روش من کندال جهت تعیین معنی داری نوسانات دما برای ایستگاه های منطقه انجام شده است (جدول ۱) و در نهایت با استفاده از قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS تحت نرم افزار نقشه های مربوطه ترسیم گردید.



شکل ۱- پراکنش مکانی و طیف ارتفاعی ایستگاه های مورد مطالعه

بحث و نتایج

اگرچه محاسبات و تحلیل ها برای ۳۱ ایستگاه منطقه مورد مطالعه انجام گرفت اما به لحاظ محدودیت حجم مقاله تحلیل ها در این بخش تنها برای ایستگاه زنجان(برای عمق ۲۰س) آمده است و در مبحث بررسی روند نیز ایستگاه های اردبیل، ارومیه، زنجان، سنندج مورد ارزیابی قرار گرفتند. تغییرات میانگین روزانه دمای خاک در اعماق مختلف را برای کل دوره آماری می توان با استفاده از شکل (۲) مورد ارزیابی قرار داد. این شکل بیانگر نوسان داده های دما می باشد به منظور کاهش این نوسانات و مشاهده وضعیت بهتر سری زمانی از داده های میانگین ۵ روزه استفاده شده است.نتایج نشان داد بیشترین دامنه نوسان روزانه دما در عمق ۵ سانتی متری می باشد و با افزایش عمق پیوسته مقدار آن کاهش می یابد به طوری که در عمق ۱۰۰ سانتی متری نوسانات به کمترین مقدار خود می رسد. حداقل دما در سطوح بالا در اوایل ژانویه و در اعماق پایین تر با یک ماه تاخیر در فوریه اتفاق افتاده است. دمای حداکثر برای اعماق ۵ و ۲۰ سانتی متری در ماه اگوست و برای عمق ۱۰۰ سانتی متری به تدریج تا اواخر اگوست اتفاق افتاده است. در فصول سرد سال درجه حرارت به سمت اعماق خاک روند افزایشی دارد و همواره دمای خاک در عمق ۱۰۰ سانتی متری بیشتر از دمای خاک در لایه های سطحی است. کمترین دمای مشاهده شده در ماه های سال مربوط به عمق ۵ سانتی متری بوده که نشان از نفوذ سریع دمای سطحی به داخل خاک و تاثیرپذیری سریعتر لایه های بالایی از خاک است. در بین عمق های مختلف، عمق ۵ سانتی متر با فاصله از دیگر اعماق دمای بالاتری را نشان می دهد. در فصول گرم سال درجه حرارت خاک به سمت اعماق روندی کاهشی دارد و اعماق نزدیک به سطح زمین به دلیل دریافت انرژی بیشتر، گرم تر از عمق ۱۰۰ سانتی متری هستند.



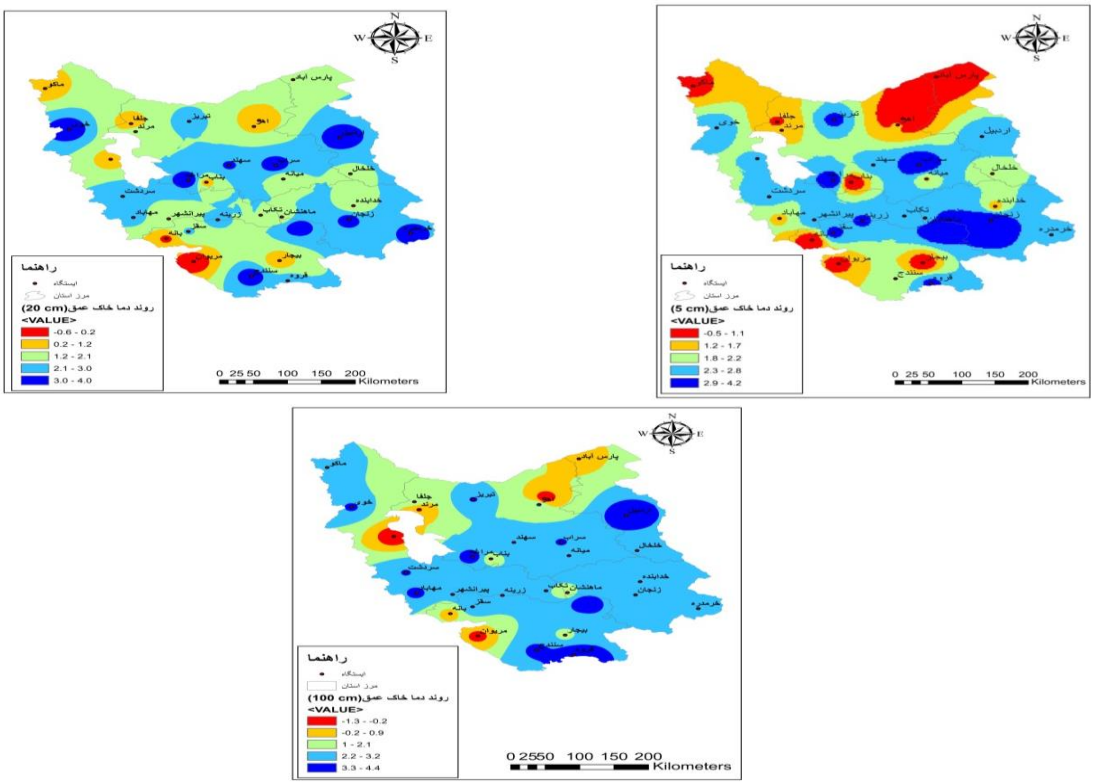
شکل ۲- میانگین تغییرات روزانه دمای خاک و دمای هوا دوره آماری(۲۰۱۵-۱۹۹۲)

بر این اساس در ایستگاه های منتخب بیشترین دمای حداکثر برای عمق ۵ سانتی متری ۳۷,۱۷ درجه سانتی گراد و برای عمق ۱۰۰ سانتی متری ۲۸,۹۳ درجه سانتی گراد بوده است. کمترین دمای حداقل برای عمق ۵ سانتی متری حدود ۱,۱۱- درجه سانتی گراد و برای عمق ۱۰۰ سانتی متری ۴,۷۸ درجه سانتی گراد به ثبت رسیده است. نوسان دمای خاک در لایه های سطحی با نوسانات دمای محیط هماهنگ است و با فاصله گرفتن از سطح خاک، تغییرات دما نیز کاهش یافته است.

جدول ۱- نتایج بررسی روند دمای اعماق خاک در آزمون من کندال در ایستگاه‌های منتخب شمال غرب ایران دوره آماری (۲۰۱۵-۱۹۹۲)

ایستگاه	معنی داری آماری		عمق
	Z	*P-Value*	
اردبیل	**۲/۷۰۳۶۸	۰/۰۰۳۴۲۸۸	۵
	**۳/۶۹۵۸۶	۰/۰۰۰۱۰۹۶	۲۰
	**۴/۲۴۱۵۵	۰/۰۰۰۰۱۱۱	۱۰۰
	**۳/۲۴۹۳۸	۰/۰۰۰۵۷۸۳	T_{avg}
ارومیه	**۲/۲۵۷۲۰	۰/۰۱۱۹۹۷۸	۵
	۰/۶۶۹۷۱۹	۰/۲۵۱۵۱۹	۲۰
	-۱/۲۱۵۴۲	۰/۱۱۲۱۰۴	۱۰۰
	۱/۴۱۳۸۵	۰/۰۷۸۷۰۲۸	T_{avg}
زنجان	**۳/۹۹۳۵۱	۰/۰۰۰۰۳۲۶	۵
	**۳/۴۹۷۴۲	۰۰۰۰۲۳۴۹	۲۰
	**۳/۱۹۹۷۷	۰/۰۰۰۰۶۸۷۷	۱۰۰
	**۳/۰۵۰۹۴	۰/۰۰۱۱۴۰۶	T_{avg}
سنندج	*۱/۹۰۹۹۴	۰/۲۰۸۰۷۵	۵
	**۳/۷۹۵۰۷	۰/۰۰۰۰۷۳۸	۲۰
	**۳/۴۹۷۴۲	۰/۰۰۰۲۳۴۹	۱۰۰
	**۲/۹۵۱۷۲	۰/۰۰۱۵۸۰۰	T_{avg}

** روند معنادار در سطح ۰،۰۱ *روند معنادار در سطح ۰،۰۵



شکل۳- نقشه هم روند دمای خاک عمق (۵-۲۰-۱۰۰س)

جدول۱، معناداری روند دمای سالانه خاک را در منطقه شمال غرب ایران نشان می دهد. ودر شکل ۳ نیز تغییرات در روند دمای خاک پهنه بندی شده است. در قسمت جنوب شرق و مرکزی پهنه مورد نظر دمای خاک روند افزایشی بیشتری نسبت به سایر نواحی داشته است. روند دمای سالانه خاک از دو نوع افزایشی و کاهشی برخوردار است. نواحی مرکزی و شرقی دارای بیشترین روند افزایشی دمای خاک بوده که بارز و معنادار است. ایستگاه هایی که در طی دوره زمانی مورد مطالعه با افزایش بیشتری در روند دمای خاک (عمق ۵ سانتی متری) مواجه بودند عبارتند از: سراب، تکاب، زنجان، مراغه، سقز، تبریز و قروه در ایستگاه های کلیبر و بناب روند کاهشی دما به صورت غیر معنادار اتفاق افتاده است. ایستگاه های سراب و بانه به ترتیب بالاترین و پایین ترین روند افزایشی را در عمق ۵ سانتی متر تجربه نموده اند. تغییرات بلند مدت روند دمای سالانه خاک با ارتفاع رابطه مستقیم داشته و از غرب به شرق روند افزایش دمای خاک بیشتر بوده است. اکثر ایستگاه ها در اعماق مختلف خاک با پدیده روند افزایشی دما مواجه بوده اند. روند غالب میانگین دمای سالانه خاک افزایشی بوده در قسمت های شمالی پهنه مورد نظر بجز ایستگاه تبریز روند افزایشی چشم گیری در ژرفای خاک مشاهده نشد. تنها روند کاهشی دما در ایستگاه مریوان (عمق ۲۰و۵۰ سانتی متر) به صورت معنادار اتفاق افتاده است.نتایج این آزمون بیانگر حاکمیت روند افزایشی (۲۴ ایستگاه) معنادار و(۷ایستگاه) غیرمعنادار در میانگین سالانه دمای هوا می باشد.

با بررسی بسیاری از منابع که به برخی از آن ها اشاره شد مشخص شد که هنوز مطالعات جامعی در زمینه روند تغییرات دمای خاک در کشور صورت نگرفته است. در این مطالعه روند تغییرات دمای اعماق خاک در نیمه شمال غربی کشور بررسی شد روش مورد استفاده در مطالعه حاضر، آزمون ناپارامتری من کندال می باشد نتایج این آزمون بیانگر معنی داربودن روند تغییرات دمای خاک در سری زمانی سالانه می باشد. یافته های این پژوهش بیانگر حاکمیت روندی افزایشی و معنی دار در پهنه مورد نظر می باشد اگر چه در بعضی موارد این روندها معنی دار نبودند بنابراین با توجه به نوسانات دمای عمق های بسیار پایین خاک که نمایشگر تغییر اقلیم است و دمای سطحی خاک که نشان دهنده تغییرات کوتاه مقیاس است می توان دریافت که پدیده تغییر اقلیم در حال رخ دادن است و روی پارامتر دمای خاک هم اثر چشم گیری داشته است و در این زمینه معمولا نگرانی ها از درجه حرارت پایین بوده که به موجب آن فعالیت های زیستی، نمو ریشه و جوانه زدن بذر اغلب محصولات با مشکل جدی مواجه می شوند.

منابع

باقری ا. ۱۳۸۴. مطالعه دمای خاک در بروز پدیده یخبندان در کبوتر آباد اصفهان، همایش علمی کاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی، اداره کل هواشناسی استان اصفهان.

جعفری گلستانی م.، رائینی سرجاز م. و ضیاء تبار احمدی م . ۱۳۸۶ . برآورد دمای ژرفای خاک با بهره گیری از روش تجزیه منحنی و همبستگی های رگرسیونی برای شهرستان ساری، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ، جلد چهاردهم، شماره ۵ ، صفحه های ۱۱۲ تا۱۲۳.

سبزی پرور ع.، طبری ح. و آیینی ع. ۱۳۸۹. برآورد میانگین روزانه دمای خاک در چند اقلیمی ایران با استفاده از داده های هواشناسی ، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ، علوم آب و خاک ، جلد چهاردهم ، شماره ۵۲ ، صفحه های ۱۲۵ تا ۱۳۷

شیوخی سوغانلو س.، رائینی سرجاز م. و محمدی م. ۱۳۹۴. بررسی روند تغییرات سری های زمانی سالانه و فصلی دمای ژرفای خاک با استفاده از روش آزمون ناپارامتری من- کندال، همایش های بین المللی دانشگاه شهید بهشتی.

گلشن س.، رایینی سرجاز م. و نوروز ولاشدی ر. ۱۳۹۲، بررسی اثر تغییراقلیم بر روند دمای خاک با استفاده از روش من کندال (مطالعه موردی :منطقه کرمان) دومین کنفرانس بین المللی مخاطرات محیطی، تهران، دانشگاه خوارزمی.

نجفی مود م.، علیزاده ا.، محمدیان آ. و موسوی ج . ۱۳۸۷ . بررسی رابطه دمای هوا و اعماق مختلف خاک و برآورد عمق یخبندان ، مجله آب و خاک ، جلد بیست و دوم ، شماره ۲ ، صفحه های ۴۵۶ تا ۴۶۶.

Aldridge R . and Cook F.J. 1983. Estimation of soil temperatures at 0.1m and 0.3m depths. New Zealand Soil Bureau Scientific Report, 62:18.

Bai T., Scott T. and Min Q. 2014. Climate change implications of soil temperature in the Mojave Desert, USA . Earth Sci, 8(2): 302–308.

Mihalakakou G. 2002. On estimating soil surface temperature profiles. Energy and Buil, 34: 251-259.

Plauborg F. 2002. Simple model for 10 cm soil temperature in different soils with short grass. Eur. J. Agron, 17: 173–179.

Veronez M. R., Thuwo A.B., Luz A.S. and Da silva A.R. 2006. Artificial neural netvorks applid in the determination of soil surface temperature-SST, Internatnal symposium on spatial Accuracy Assessment in Natural Ressources And Enviroment sciences,11:54-68

Vucetic V., Jakovcic P., Filic S. and Derezic D. 2013. Impact of climate change on soil temperature in Croatia, International Scientific Conference Soil and Crop Management, 13:81-96

Zheng D., Raymond H. and Running. S.W. 1993. A daily soil temperature model based on air temperature and precipitation for continental applications. Climate Research, 2:183-191.

Investigation of temperature variation in different soil depths in North-west of Iran

M. Baaghideh, A. R. Entezare, A. Kordi

Abstract

The aim of this research was to study different soil depths temperatures in North-western areas of Iran, including Western Azarbaijan, Ardabil, Zanjan and Kurdistan provinces. With this purpose, soil temperature data was obtained from 5 cm, 20 cm and 100 cm depths by 31 synoptic stations in statistical period of 1992 to 2015. In order to study temperature trend, Mann-Kendall non-parametric test was utilized and results were presented in form of zoning maps. Results revealed that the maximum daily temperature oscillation amplitude was attributed to shallow layers close to ground surface (5 cm depth) that was declined by increasing the depth. Most of the research stations confirmed a meaningful increasing trend for soil temperatures in varied depths where Sarab and Baneh stations had the maximum and minimum increasing trend, respectively.

Keywords: soil temperatures, Mann-Kendall, trend, North-west of Iran.