Original Article

Investigation of Spatial Variation Pattern of Superficial and Deep Soil Properties on Date Palm Yield (Case Study: Bushehr Province)

Morteza Pouzesh Shirazi,[1*] Ali Akbar Mousavi,[2] Aliakbar Zare[3]

[1] Department of Soil and Water Research, Fars Province Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran

[2] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

[3] Department of Soil and Water Research, Safiabad Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Dezful, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Dezful, Iran

Introduction: Date palm (Phoenix dactylifera L.) is one of the most valuable domesticated fruit trees in Iran due to its significant importance in economy, societies, health benefits and production capacity in unfavorable semi-arid and arid regions. Iran has more than 30 million date trees in 216,000 hectares, which produce 900,000 tons of date products. Bushehr province is one of the main origins of dates and one of the producers of dates in the south of Iran. Considering the importance of dates in Bushehr province, this study was conducted with the aim of investigating the pattern of spatial changes in surface and deep soil characteristics and its effect on date performance.

Material and Methods: This research was carried out in a large area about 39000 ha in Shabankareh region which is located in Bushehr province in southern Iran with old and new date palm gardens. Kabkab is the dominant date palm cultivar in the region. At first, the boundary of study area was determined by satellite pictures obtained from Google earth program. Then, target gardens were selected through visual differences between trees crown spread and garden density as a sign for their growth abilities. Field surveys were also accomplished to fulfill and check the selected gardens from close. Study area was spread from slope plain with 110 meters height in north part to the medium slope in center and flat plain in the south-west of region with 50 and 15 meters height, respectively. Soil samples were taken from three layers (0-30, 30-60 and 60-90cm) of target garden soils with auger and then was analyzed in laboratory. Soil properties such as texture, pH, electric conductivity of extract (EC), catain exchange capacity (CEC), equivalent calcium carbonate (CCE), organic carbon percent, macro and micro nutrients (N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn), gypsum and saturation percent. Date palm yields were weighing from three plants randomly in any target garden under the permission of garden owner who was also asked about the fertilizer and irrigation management of his garden, as well. Descriptive analysis of measured data was done by SPSS as well as their person correlations. Geostatistical analysis for soil properties and yield was carried out by GS^+ to study the spatial

نسخه پیش انتشار

[*] Corresponding Author Email Address: m.shirazi741@gmail.com

variation of the measured properties. Yield zoning was then mapped for the survey area as a result of studied production spatial variance by Kriging estimator.

Results and discussion: Linear stepwise regressions for soil properties with date palm yield in three soil depth layers (0-30, 30-60 and 60-90cm) were calculated. Adjusted R2 were 0.24, 0.89 and 0.76 for the layers, respectively. The highest correlation (0.89) was related to the second layer which is known as nutritional zone and contains the highest proportion of primary and secondary roots to uptake nutrients from soil solution. Only K played a significant role in regression equation of the first layer which is called respiratory zone and most of its roots have a negative geotropism and play a respiratory role. The highest Pearson correlation coefficient (0.61) obtained for N macronutrient due to all year long continuity of vegetative growth stage in date palm. Yield correlation was negative with some of soil properties such as pH, gypsum, Ec, CCE and sand. Higher acidity of soil results fixation of micronutrients. More gypsum and EC in soil tends to high osmotic pressure that disorders roots water uptake. Sand has lower water content capability and its high percentage in soil causes water stress for plants.

Conclusion: large parts of Iran are expecting to be planted by date palm in future because of climate change and also date palm high tolerance to environmental stresses such as droughness and saline conditions. It's very important to achieve correct information about soil properties which can influence date palm yield in order to figure out deficient or excess amount of these properties in the region for improving cultivation managements. Nitrogen is more important than K and P for date palm especially in semiarid and arid regions. Soil layer between 30 to 60 cm is the best depth for applying fertilizers to be well up taken. Drowind yield zoning map of the area showed the best parts for date palm cultivation and can be used for other similar environments.

Keywords: Soil characteristics, Limitations, Trees, Nutrient elements of soil, Kriging, Date palm

نسخه پیش انتشار

مقاله پژوهشی

بررسی الگوی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک سطحی و عمقی و اثر آن بر عملکرد خرما(مطالعه موردی: دشت شبانکاره استان بوشهر)

مرتضی پوزش شیرازی[1*]، سید علی اکبر موسوی[2]، علی اکبر زارع[3]

[1] بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

[2] گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

[3] بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

سابقه و هدف: کشور ایران دارای بیش از ۳۰ میلیون اصله درخت خرما در ۲۱۶۰۰۰ هکتار است که ۹۰۰۰۰۰ تن محصول خرما تولید می کند. استان بوشهر یکی از خاستگاه های اصلی خرما و یکی از تولیدکنندگان خرما در جنوب ایران است. با توجه به اهمیت خرما در استان بوشهر این مطالعه با هدف بررسی الگوی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک سطحی و عمقی و اثر آن بر عملکرد خرما انجام شده است.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در منطقه‌ای به مساحت ۳۹۰۰۰ هکتار در منطقه شبانکاره واقع در استان بوشهر در جنوب ایران با باغ‌های خرمای قدیمی و جدید انجام گردید. ابتدا مرز محدوده مورد مطالعه با تصاویر ماهواره ای به دست آمده از برنامه Google Earth تعیین شده و سپس باغ های هدف از طریق تفاوت بصری بین گسترش تاج درختان و تراکم باغ به عنوان نشانه ای برای توانایی رشد آنها انتخاب شدند. محدوده مورد مطالعه از دشت شیب دار با ارتفاع ۱۱۰ متر در شمال تا شیب متوسط در مرکز و دشت هموار در جنوب غربی منطقه به ترتیب با ارتفاع ۵۰ و ۱۵ متر گسترش یافته است. نمونه های خاک از سه لایه (۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی متر) از خاک باغ های مورد نظر گرفته شد و در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفت. ویژگی های خاک شامل

* Corresponding Author Email Address: m.shirazi741@gmail.com

نسخه پیش انتشار

بافت، pH، هدایت الکتریکی عصاره (EC)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، کربنات کلسیم معادل (CCE)، درصد کربن آلی، عناصر پر مصرف و کم مصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، مس، روی)، گچ و درصد اشباع و همچنین عملکرد نخل خرما از سه بوته به صورت تصادفی تهیه گردید. تجزیه و تحلیل توصیفی داده های اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار SPSS و همچنین همبستگی آنها انجام شد. تجزیه و تحلیل زمین آماری برای ویژگی ها و عملکرد خاک توسط نرم افزار GS+ نسخه برای مطالعه تغییرات مکانی ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شده انجام شد. سپس پهنه بندی عملکرد در نتیجه واریانس فضایی تولید مورد مطالعه توسط برآوردگر کریجینگ برای منطقه بررسی نقشه برداری شد.

نتایج و بحث: رگرسیون گام به گام خطی برای خواص فیزیکی و شیمیایی خاک با عملکرد خرما در سه لایه عمقی خاک (۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متر) محاسبه شد. R^2 بدست آمده برای لایه ها به ترتیب ۰/۲۴، ۰/۸۹ و ۰/۷۶ بود. بیشترین همبستگی (۰/۸۹) مربوط به لایه دوم بود که به منطقه تغذیه ای معروف است و دارای بیشترین نسبت ریشه های اولیه و ثانویه برای جذب عناصر غذایی از محلول خاک بوده است. تنها K در معادله رگرسیون لایه اول که منطقه تنفسی نیز نامیده می شود و بیشتر ریشه های آن دارای ژئوتروپیسم منفی بوده و نقش تنفسی دارند، نقش بسزایی داشته است. بیشترین ضریب همبستگی پیرسون (۰/۶۱) برای درشت مغذی نیتروژن به دلیل تداوم تمام سال مرحله رشد رویشی در نخل خرما به دست آمد. همبستگی عملکرد با برخی از خصوصیات خاک مانند pH، گچ، EC، CCE و ماسه منفی بود. اسیدیته بیشتر خاک باعث تثبیت ریز مغذی ها می شود. گچ و EC بیشتر در خاک به فشار اسمزی بالا تمایل دارد که جذب آب ریشه را مختل می کند. شن و ماسه قابلیت آب کمتری دارد و درصد بالای آن در خاک باعث تنش آبی برای گیاهان می شود.

نتیجه‌گیری: بخش‌های زیادی از ایران به دلیل تغییرات اقلیمی و همچنین تحمل بالای درخت خرما به تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شرایط شوری، انتظار می‌رود در آینده به سمت کشت درخت خرما سوق داده شوند.. دستیابی به اطلاعات صحیح در مورد ویژگی ها خاک که می تواند بر عملکرد درخت خرما تأثیر بگذارد بسیار مهم است تا میزان کمبود یا مازاد این خواص را در منطقه برای بهبود مدیریت کشت مشخص کنیم. نیتروژن برای درخت خرما به ویژه در مناطق نیمه خشک و خشک از پتاسیم و فسفر اهمیت بیشتری دارد. لایه خاک بین ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر بهترین عمق برای کوددهی به خوبی است. نقشه پهنه بندی عملکرد خشکی منطقه بهترین قسمت ها را برای کشت خرما نشان داد که برای سایر محیط های مشابه قابل استفاده است.

واژه‌های کلیدی: ویژگی های خاک، محدودیت، درخت، عناصر غذایی خاک، کریجینگ، نخل خرما

مقدمه

نسخه پیش انتشار

خرما (*Phoenix dactylifera* L.) گیاهی دوپایه، تک لپه و دایمی از خانوادهٔ نخل‌ها (*Palmaceae*) است (Rohani, 1988; Krueger, 2021). این خانواده دارای ۲۰۰ جنس و۱۵۰۰ گونه می‌باشد. نخل خرما بدون شک یکی از مهمترین منابع درآمد و تغذیه مردم مناطق خرما خیز کشور محسوب می‌شود. میوه خرما دارای مقادیر فراوان انرژی، فیبر، مواد معدنی، انواع ویتامین‌ها و ۱۶ آمینواسید است (Fatima et al., 2017). ایران دارای بیش از ۳۰ میلیون اصله نخل در سطح ۲۱۶ هزار هکتار می‌باشد که ۹۰۰ هزار تن محصول خرما تولید می‌کند (Mohebi, 2005).

استان بوشهر از خاستگاه‌های اصلی خرما و یکی از مناطق خرما خیز جنوب ایران محسوب می‌شود و پیشینه تولید خرما در این استان از آمیخته بودن دانش کشت و پرورش نخل خرما با فرهنگ اهالی این مرز و بوم حکایت دارد. گزارش شده است که خرما یکی از مهمترین محصولات باغی استان بوشهر است که سالیانه حدود ۳۵۰۰۰۰ هکتار از اراضی کشورزی این استان تحت کشت خرما است (Izadi, 2007).

با توجه به اهمیت اقتصادی کشاورزی، از این رو می توان گفا موفقیت در این عرصه به افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول بستگی دارد. میوه خرما به شکل استوانه‌ای گوشتی بوده که رنگ آن از زرد کم‌رنگ تا قرمز تیره در ارقام مختلف درخت خرما و مراحل گوناگون رشد، متفاوت می‌باشد (Sakr et al., 2010). تولیدکنندگان تمایل دارند که محصولاتشان دارای ظاهری خوب، با معایب ظاهری ناچیز و محصول بازرپسندی داشته باشند. دسترسی به این موارد بستگی به تغذیه متعادل و مناسب درختان میوه دارد (Malakouti and Tabatabee, 1987; Marschner, 2011). از جمله عوامل محدود کننده عملکرد گیاه در شرایط خاک های کشور می توان به کمبود ماده آلی، pH بالا، شور بودن خاک ها، درصد بالای آهک خاک و همچنین کمبود عناصر غذایی در خاک اشاره کرد (Khoshgoftarmanesh, 2004).

از نظر نیاز خاکی و آبی، نخل خرما گیاهی کم توقع است. این گیاه در هر نوع خاکی از شن خالص تا خاک‌های سنگین رسوبی که نیازهای اولیه نخل را برای استقرار در خاک فراهم می کند و مواد معدنی و آب مورد نیازش را تأمین کرده و دارای زهکش و نسبت به آب نفوذپذیر باشد قادر به رشد است. اغلب کارشناسان معتقدند بهترین نوع خاک برای نخل خرما خاک‌های عمیق، زهکش دار با بافت نسبتاً سبک و دارای مواد آلی و قدرت نگهداری آب کافی می‌باشد (Hosseini et al., 2007; Ersahin, 2003).

گزارش شده است که .نیاز خرما به نیتروژن به ازاء هر سال سن درخت برای رقم‌های شاهانی، مضافتی بم و کبکاب برابر ۱۰۰، ۱۱۰ و ۹۰ گرم گزارش شده است. همچنین، در شرایطی که قابلیت استفاده فسفر در خاک کمتر از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک باشد، نیازی به مصرف فسفر است (Shahrokh, 1996). برخی محققین معتقد هستد که در مناطق خشک، خرما در برابر مصرف فسفر و پتاسیم واکنش نشان نمی‌دهد و به همین دلیل در کالیفرنیا بیشتر باغداران خرما

تمایل به مصرف نیتروژننیتروژن دارند (Nixon and Furr, 1965). شاید یکی از دلایل احتمالی این موضوع عمق ریشه های جذب کننده عناصر در درخت خرما و همچنین عدم تأمین رطوبت کافی جهت در دسترس قرار گرفتن این عناصر باشد. وجود مواد آلی کافی و یا افزودن آن به خاک نیز در طی عملیات کوددهی سبب افزایش قابلیت نگهداری آب در خاک شده و بهبود شرایط شیمیایی و میکروبی خاک را نیز به همراه خواهد داشت (Hosseini et al., 2017). به همین دلیل، آزمون خاک می‌تواند به عنوان وسیله‌ای کارآمد در تشخیص نیاز غذایی گیاهان از جمله خرما در نظر گرفته شود. در برخی نقاط دنیا با توجه به همین اصل به بررسی میزان عناصر غذایی خاک پرداخته و نیاز کودی خرما را برآورد نموده‌اند که افزایش محسوس عملکرد را در پی داشته است (Elprince and Alsaeedi, 2007). گزارش مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور نشان می دهد که خاک های زراعی از نظر عناصر غذایی تخلیه شده اند به طوری‌که به ترتیب ۶۹/۵، ۳۷/۳، ۴۰/۹، ۵۱، ۱۸/۲ و ۱۴ درصد از خاک های کشور از نظر عناصر فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس دارای کمبود هستند (خاوازی و همکاران، ۱۳۹۳). از این رو می توان گفت در نظر گرفتن عوامل تغذیه ای محدود کننده عملکرد گیاه حائز اهمیت هستند (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). طبق مطالعات انجام شده کم بودن ماده آلی، بالا بودن درصد کربنات کلسیم، پایین بودن فسفر، پتاسیم و آهن قابل استفاده در خاک از عوامل پایین بودن عملکرد محصولات کشاورزی در کشور و همچنین استان بوشهر هستند. همچنین مطالعات شهبازی و بشارتی (۱۳۹۲) نشان داد که ۵۸ درصد خاک های کشور بین ۱۰ تا ۴۰ درصد کربنات کلسیم دارند. همچنین این محققان گزارش کردند که اکثر خاک های ایران متأثر از کربنات کلسیم هستند به طوری که ۸۷ درصد خاک‌های کشور دارای بیش از ۵ درصد کربنات کلسیم معادل هستند. در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران کربنات کلسیم یکی از محدود کننده ترین عوامل در جذب آهن محسوب می شود (۶). در این خاک ها pH به طور مؤثری توسط کربنات کلسیم بافر می شود و کمبود عناصر کم مصرف به ویژه آهن و روی در گیاهان ایجاد می شود. به طوری که با افزایش هر واحد pH حلالیت آهن و روی به ترتیب ۱۰۰۰ و ۱۰۰ برابر کاهش می یابد. شهبازی و بشارتی (۱۳۹۲) همچنین گزارش کردند که ۸۳ درصد خاک های کشور دارای pH بین ۷/۵ تا ۸/۵ بودند. با افزایش pH حلالیت عناصر در خاک کاهش می یابد.

تغییر اقلیم یکی از مشکلات پیش روی کشاورزی در آینده نزدیک خواهد بود. افزایش میانگین دمای زمین بین ۲/۱۱ تا ۴/۳۱ درجه سانتی گراد و کاهش نزولات آسمانی بین ۱۳ تا ۱۵ درصد در نقاط مختلف دنیا تا سال ۲۱۰۰ پیش بینی شده است (Chiew et al., 2009; Ersahin, 2008). در پژوهشی پیش‌بینی شده است مساحت نخیلات ایران که هم اکنون برابر ۴/۸ میلیون هکتار می باشد به دلیل پدیده تغییر اقلیم و مساعد شدن مناطقی که در حال حاضر به‌علت شرایط آب

نسخه پیش انتشار

و هوایی مناسب کشت درخت نخل نیستند به شرایط مناسب کشت این محصول، تا میزان ۳۱ میلیون هکتار در سال ۲۱۰۰ افزایش یابد (Habani et al., 2013).

با توجه به توسعه کشت درختان خرما در استان بوشهر و همچنین شهرستان های جنوبی استان فارس مانند جهرم و داراب، می توان گفت اگر یک نقشه که مناطق مستعد کشت این محصول را نشان دهد در اختیار بهره برداران قرار گیرد می تواند کمک قابل توجهی به آن ها در شناسایی مناطق مستعد کشت کند. همچنان که در کشورهای حاشیه خلیج فارس با بررسی خاک‌های منطقه به این نتیجه رسیده‌اند که امکان توسعه کشت نخیلات در آنها علی رغم مشکلاتی از قبیل شنی بودن زیاد خاک‌ها، سفره آب زیرزمینی شور در نزدیک سطح زمین، حاصلخیزی کم خاک‌ها و شور و سدیمی بودن آن‌ها وجود دارد. این پژوهشگران با توجه به تمام موارد اشاره شده توانستند نقشه خاک‌های مستعد کشت نخیلات را تعیین نمایند (Anonymous, 2011). هر چند درخت نخل از مقاومت زیادی در برابر انواع محدودیت‌های خاکی برخوردار است اما ارقام مختلف خرما به نوع خاک‌های مختلف حساس بوده و از این‌رو تهیه و ترسیم نقشه پهنه‌بندی خاک می‌تواند در انتخاب رقم مناسب منطقه کمک شایانی نماید (Al-Khalifa, 2010; Doornkamp et al., 1980 Nesbitt, 1993; Asongwe et al., 2016).

با توجه به نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی و کمبود خاک‌های مناسب و بدون محدودیت از یک سو و امکان استقرار درخت خرما در مناطقی که از نظر حاصلخیزی و حتی شرایط زهکشی در وضعیت آیده آلی به سر نمی‌برند، تمایل به کشت نخیلات در این خاک‌های متفرقه افزایش یافته است. از این‌رو تهیه‌ی نقشه ویژگی های خاک از اهمیت زیادی در انتخاب این اراضی برای کاربرد نخلستان برخوردار است (Pundir et al., 2004). بنابراین، این مطالعه با هدف تعیین اثر تغییرات مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر مقدار عملکرد محصول خرما و پهنه‌بندی تولید این محصول در پایاب سد رییس‌علی دلواری در منطقه دشتستان استان بوشهر به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید خرما در جنوب کشور انجام شد. نتایج این مطالعه می تواند یک مسیر روشن برای بهره بردارانی که قصد توسعه و ایجاد نخیلات را دارند را ایجاد کند. در این مطالعه از معادلات رگرسیونی چند مرحله‌ای و ضریب همبستگی بین عمق‌های مختلف خاک و همچنین از نرم افزار GS+ برای تهیه نقشه ها استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

نسخه پیش انتشار

محدوده مطالعاتی

این مطالعه در اراضی مناطق شبانکاره، آبپخش و سعد آباد دشتستان استان بوشهر در مساحتی برابر با ۳۹۰۰۰ هکتار با کاربری نخلستان‌های قدیمی و جدید انجام شد. رقم غالب خرما در این مناطق، رقم کبکاب است. در ابتدا منطقه مورد نظر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارت (Google Earth) شناسایی و محدوده مورد مطالعه تعیین شد. نخلستان‌های هدف در دو مرحله زیر شناسایی و انتخاب شدند: الف- مشاهده بصری تاج نخیلات و اندازه گیری و مقایسه قطر تاج و تراکم آن‌ها که بیانگر میزان رشد رویشی و توانمندی درختان نخل در مناطق مختلف بود که منجر به شناسایی اولیه نقاط هدف گردید و ب- مشاهدات و بررسی‌های میدانی که نقاط انتخاب شده در مرحله اول را تأیید نموده و یا در صورت نیاز جابجایی نقاط صورت گرفت.

نخیلات بررسی شده از دامنه کوه مشرف به دشت شبانکاره با ارتفاع نخلستان ۱۱۰ متری شروع و به سمت منطقه سعد آباد با ارتفاع ۵۰ و دشت آبپخش با کمترین ارتفاع ۱۵ متر از سطح دریا امتداد داشتند. نمونه‌گیری از خاک به وسیله مته مخصوص در سه عمق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری انجام و نمونه‌ها برای تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر و نیز دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌منظور اندازه‌گیری عناصر ویژگی های فیزیکو شیمیایی خاک ارسال شدند.

مشخصات کلی هر منطقه هدف شامل تعیین مختصات جغرافیایی محل توسط دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS)، نام مالک نخلستان، نحوه مدیریت زراعی و کودی، روش آبیاری، پوشش سطحی، وضعیت زهکشی و سن نخیلات در فرم‌های مخصوص ثبت شد. تعداد و تراکم مناطق هدف که نمونه‌گیری خاک در آن‌ها انجام گرفت در قسمت میانی محدوده مورد مطالعه بیش از سایر نواحی بود که علت آن نیز فزونی تغییرات مشاهده شده در خاک این اراضی و تفاوت محسوس در عملکرد آن‌ها بود. در کل، تعداد ۳۹ منطقه هدف شناسایی شده و مورد بررسی دقیق قرار گرفت (شکل ۱). محاسبات آمار توصیفی با استفاده از نرم افزار SPSS برای هر نقطه هدف تعیین شدند. کلاس‌های بافت خاک موجود در منطقه مطالعه به روش USDA و با استفاده از نرم‌افزار DPlot تعیین شدند.

عملکرد نخیلات به‌صورت تصادفی در هر منطقه‌ی هدف با توزین کردن خرمای موجود در هر درخت نخل (با هماهنگی مالک نخلستان) انجام و محصول تولیدی با واحد کیلوگرم در درخت یادداشت گردید. این عملیات از اواخر شهریور ماه و اواسط مهرماه به طول انجامید. درختان انتخاب شده به نحوی بودند که نماینده واقعی هر باغ باشد. به عنوان مثال چنانچه درختی نسبت به سایر درخت ها ضعیف تر یا خیلی شرایط مناسب تری از نظر عملکرد داشت، نادیده گرفته

نسخه پیش انتشار

شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک

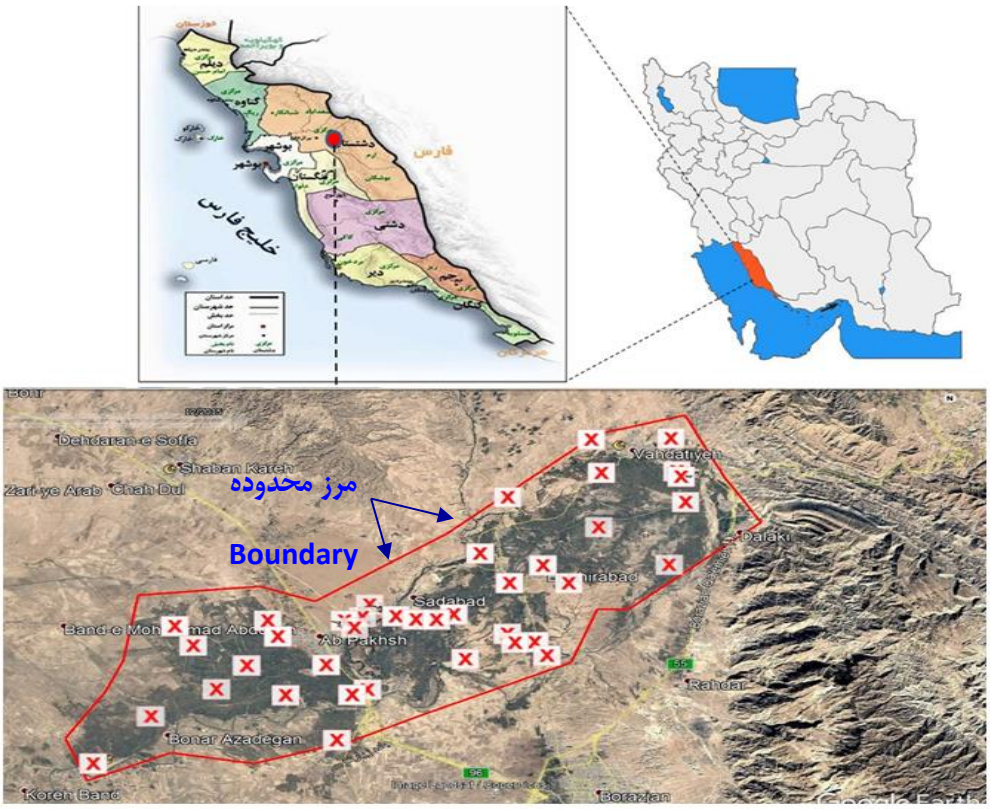
از نمونه‌های خاک برداشت شده، بافت خاک به روش هیدرومتر (Gee and Bauder, 1986)، اسیدیته خمیر اشباع بوسیله دستگاه پ هاش متر، هدایت الکتریکی عصاره اشباع بوسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش عصاره‌گیری با استات سدیم (Summer and Miller, 1986)، درصد کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید (Loeppert and Suarez, 1996)، درصد کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers, 1996)، عناصر غذایی کم مصرف شامل آهن، روی، مس و منگنز در دسترس به روش عصاره‌گیری با DTPA (Lindsay and Norvell, 1978)، درصد اشباع خاک به وسیله توزین خاک خشک شده در آون با حرارت ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد، فسفر قابل استفاده به روش اولسن (Olsen and Sommers, 1982)، گچ به روش استون (Loeppert and Suarez, 1996) و اندازه‌گیری میزان نیتروژن به روش کجلدال (Kjeldahl, 1883) انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

سپس نتایج حاصل از تجزیه خاک به همراه عملکرد گیاه توسط برنامه آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. معادلات رگرسیونی چند مرحله‌ای و ضریب همبستگی بین عمق‌های مختلف خاک نمونه‌گیری شده با عملکرد نخیلات محاسبه شد. همچنین، ضریب همبستگی پیرسون بین تمام ویژگی‌های خاک با یکدیگر و با عملکرد نیز به دست آمد.

تحلیل زمین آماری برای ویژگی‌های خاک و عملکرد محصول بوسیله نرم‌افزار زمین‌آماری GS^+ انجام شد و تغییرات مکانی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت نیز پهنه‌بندی عملکرد در مناطق مورد مطالعه به وسیله نرم‌افزار GS^+ انجام شد.

نسخه پیش انتشار



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه و نقاط هدف نمونه برداری خاک

Fig. 1- Study area and soil sampling targets

نتایج و بحث

در ابتدا معادلات رگرسیون چند مرحله‌ای Stepwise برای بررسی رابطه خطی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک در سه عمق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری که از آن‌ها به ترتیب ناحیه ۱ (Zone I)، ناحیه ۲ (Zone II) و ناحیه ۳ (Zone III)و اطلاق می‌شود با عملکرد نخیلات تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- روابطه رگرسیونی عمق مختلف ریشه گیاه با ویژگی‌های خاک و ضرایب همبستگی به‌دست آمده

Table 1- Regression relations between root zones and soil properties with their correlation coefficients

Dep.(cm) عمق	Regression relations رابطه رگرسیون	R^2
0-30 (Zone I)	Yield =109.040 – 0.294 K	**0.24**
30-60 (Zone II)	Yield=-135.1 + 52.407 pH - 1.917 CCE - 0.032 Gyp + 103.455 OC + 65.652 N – 0.460 K + 30.77 Cu - 11.186 Fe	**0.89**
60-90 (Zone III)	Yield = 481.8 + 1.68 SP+6.47 EC – 40.95 pH –1.645 CCE+2413.19 N-12.5P–0.765 Clay -289.48 OC + 2413 N – 0.29 K – 12.54 P - 35.9 Cu - 70.2 Zn	**0.76**

Zone I: ناحیه تنفسی، این ناحیه در ناحیه مجاور قاعده تنه نخل خرما قرار داشته و حداکثر گسترش جانبی آن ۵۰ حدود سانتی‌متر از هر طرف تنه اصلی درخت خرما می‌باشد. رشد اینگونه ریشه‌ها تا حد زیادی بستگی به تراکم خاک و بافت آن دارد (Garr, 2013).

Zone II: ناحیه تغذیه‌ای، این ناحیه وسیع بوده و بیش‌ترین تجمع ریشه‌های اولیه و ثانویه را دارا می‌باشد که می‌تواند شامل ۱۰۰۰ ریشه در هر متر مربع باشد و به‌طور افقی نیز می تواند تا کمی خارج از ناحیه سایه‌انداز درخت نخل خرما امتداد یابد.

Zone III: ناحیه جذب، اهمیت این ناحیه به نحوه کاشت درخت نخل و همچنین عمق آب زیرزمینی بستگی دارد. تراکم ریشه‌ها در این ناحیه از ناحیه دوم کم‌تر است.

عمق و تعداد زون‌هامی‌تواند در خاک‌های مختلف و ارقام گوناگون نخیلات با سن‌های متفاوت، متغییر باشد. همچنین، در مواردی که عملیات خاکریزی در کنار تنه درخت خرما انجام شده باشد، می‌توان احتمالاً تا چهار زون را شناسایی نمود ولی با توجه شرایط کاشت نخیلات و عمق نمونه برداری در پژوهش حاضر تا سه زون شناسایی گردید (Gee and Bauder, 1986).

از اینرو در این پژوهش، سه عمق نمونه برداری ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک به ترتیب برابر با زون یک، دو و سه در نظر گرفته شدند. جدول تجزیه واریانس رگرسیون خطی بین ویژگی‌های مختلف خاک و عملکرد نخیلات

به‌صورت جدول(۲) ارایه شده است. نتایج حاصل بیانگر آن بود که کمترین ضریب همبستگی مربوط به Zone I بوده و دو عمق بعدی بیشترین اثر را روی عملکرد گیاه به ترتیب زیر داشتند:

Zone II > Zone III > Zone I

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس رگرسیون خطی بین ویژگی‌های خاک در سه لایه عمق خاک و عملکرد نخیلات

Table 2: Linear variance analysis between soil properties in three layers and dates yield

عمق **Dep.(cm)**	درجه آزادی* **Degree of Freedom***	میانگین مربعات **Mean Square**	F	Sig.
0-30 (Zone I)	1	964.2	6.68	**0.019 ***
30-60 (Zone II)	8	380.9	8.457	**0.001 ****
60-90 (Zone III)	12	277.16	8.268	**0.005****

* درجه آزادی بر اساس پارامترهای روابط رگرسیونی جدول (۱) تعیین شده است * Degree of freedom was calculated from Regression relations in table 1

همان‌طور که در جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود بیشترین ضریب همبستگی بین ویژگی‌های خاک و عملکرد درخت نخل در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری یا زون دو (Zone II) به میزان R^2= ۰/۸۹ به‌دست آمد که در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در عمق نمونه برداری اول، تنها پتاسیم با عملکرد دارای رابطه رگرسیون خطی معنی‌دار بود. این بدان‌معناست که لایه سطحی کمترین میزان مشارکت در تغذیه درخت نخل نسبت به لایه‌های زیرین را دارد که این مطلب بایستی در هنگام کوددهی نخیلات مورد توجه قرار گیرد تا کارآیی کود مصرفی افزایش قابل توجهی داشته و مصرف آن اقتصادی‌تر شده و در نهایت از اتلاف کود جلوگیری شود. این نتیجه علمی با نتایج تجربی حاصل از پژوهش‌های سایر محقیقن که در زمینه انتخاب بهترین روش و عمق مناسب کوددهی نخیلات در نقاط مختلف کشور از جمله استان بوشهر همخوانی و مطابقت دارد (Shahrokh, 1996). به طور خلاصه می توان چنین گفت که اگرچه ریشه های درخت خرما در عمق های دیگر ۳۰-۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متری نیز وجود دارد ولی از نظر تأثیرگذاری بر جذب عناصر غذایی ریشه های عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری دارای اهمیت بیشتری هستند که در برنامه کوددهی به صورت چالکود باید این نکته در نظر گرفته شود. همانگونه که اشاره شد، رابطه بین عملکرد با ویژگی‌های خاک در عمق دوم نمونه برداری (۶۰-۳۰ سانتی‌متری)

بیشتر از دو عمق دیگر بود. از این رو تنها خلاصه آمار توصیفی داده‌های نمونه‌های خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در جدول ۳ ارایه شده است.

نسخه پیش انتشار

جدول ۳- خلاصه آمار توصیفی داده‌های مربوط به ویژگی‌های خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری (زون ۲)

Table 3- Summary stattistics of soil prosperties measured in 30-60 cm depth (Zone II)

ویژگی Property	نماد انگلیسی Sign	واحد Unit	حداکثر Max	حداقل MIn	میانگین Mean	ضریب تغییرات CV(a)	کشیدگی Kurt (b)	چولگی Skew (b)	آزمون کلموگروف–اسمیرنوف (c) Kol-Smi Test
رطوبت اشباع	SP	%	67.0	0.26	45.28	0.23	-0.56	0.46	0.2
قابلیت هدایت الکتریکی	EC	dS m^{-1}	42.4	1.15	7.32	0.53	-0.14	0.54	0.0
اسیدیته	pH	-	8.1	6.9	7.41	0.03	-0.53	0.41	0.27
کربنات کلسیم معادل	CCE	%	90.0	36.5	59.74	0.16	0.93	-0.18	0.1
گچ	Gyps	%	23.3	0.6	3.7	0.37	0.73	1.46	0.0
ماده آلی	OC	%	0.81	0.11	0.298	0.45	-0.36	0.41	0.03
نیتروژننیتروژن کل	N (total)	%	0.08	0.01	0.031	0.13	-0.25	0.18	0.03
فسفر قابل استفاده	P (ava)	mg kg^{-1}	13.27	0.33	1.86	1.30	-0.51	0.55	0.0
پتاسیم قابل استفاده	K (ava)	mg kg^{-1}	220.0	26.0	154.2	0.27	1.08	-0.73	0.2
شن	Sand	%	95.40	5.4	41.96	0.63	0.51	0.86	0.06
سیلت	Silt	%	78.0	4.0	42.56	0.48	-0.88	0.54	0.2
رس	Clay	%	35.10	0.06	15.08	0.69	-0.88	0.31	0.2

ظرفیت تبادل کاتیونی	**CEC**	**cmol(+) kg^{-1}**	**29.35**	**5.98**	**14.52**	**0.51**	**-1.16**	**0.46**	0.38
منگنز قابل استفاده	**Mn (ava)**	**mg kg^{-1}**	**4.7**	**0.4**	**1.53**	**0.71**	**-0.56**	**0.18**	0.03
مس قابل استفاده	**Cu (ava)**	**mg kg^{-1}**	**1.166**	**0.002**	**0.305**	**1.06**	**0.82**	**1.26**	0.0
آهن قابل استفاده	**Fe (ava)**	**mg kg^{-1}**	**6.442**	**0.748**	**2.33**	**0.795**	**-0.17**	**0.1**	0.18
روی قابل استفاده	**Zn (ava)**	**mg kg^{-1}**	**0.348**	**0.078**	**0.165**	**0.45**	**-0.18**	**0.87**	0.12
عملکرد	**Yield**	**Kg $Tree^{-1}$**	**91.0**	**35.0**	**55.6**	**0.24**	**0.34**	**0.28**	0.2

a: (اختلاف خیلی کم ۰/۱>، اختلاف کم ۰/۲– ۱/. ، متوسط ۰/۳–۰/۲ ، زیاد ۰/۳>) b: شرط نرمال بودن بین ۲ و ۲– c: شرط نرمال بودن ۰/۰۵ >Sig

a: (Very low diff. < 0.1, Low diff. 0.1-0.2, Medium diff. 0.2-0.3, high diff. >0.3) b: -2< Normal<2 c: Normal, sig>0.05

پیش انتشار

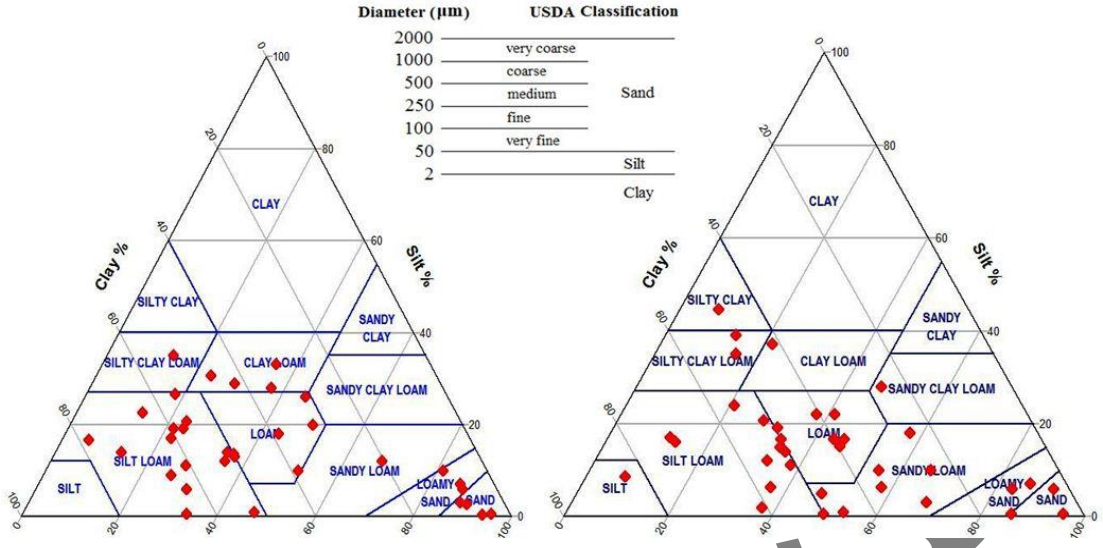
نتایج حاصل از آزمون‌های نرمال‌سنجی نشان داد که به جز pH و روی قابل استفاده سایر ویژگی‌های خاک در سطح پنج درصد دارای توزیع نرمال نبودند. برای اطمینان از توزیع نرمال ویژگی‌های مورد مطالعه از آزمون کلموگراف – اسمیرنوف نیز استفاده شد که نتایج مشابهی با بررسی‌های چولگی و کشیدگی توزیع داده‌ها نشان داد. برای نرمال سازی توزیع داده‌های غیر نرمال از توابع ریشه دوم و لگاریتمی استفاده شد (Danesh, 2001). این تغییرات ناشی از قرار گرفتن نخلستان‌های هدف در گستره وسیعی از اراضی با ویژگی‌های متفاوت به وجود آمده بود که امکان بررسی اثرات این تغییرات بر عملکرد محصول را امکان‌پذیر ساخت.

مقدار گچ در مناطق با ارتفاع بالاتر بیشتر از مناطق پست‌تر بود که علت آن نیز وجود سیلاب در اراضی پست و شسته شدن گچ از پروفیل خاک بود. میزان قابلیت هدایت الکتریکی (EC) خاک‌های قرار گرفته در اراضی پست بیشتر از سایر نواحی بود که این امر از یک سو به‌علت تجمع نمک‌های شسته شده از اراضی مرتفع در این نواحی و از سوی دیگر حرکت رو به بالای آب سفره زیر زمینی شور بر اثر خاصیت مویینگی بخصوص در فصول گرم بود. لازم به ذکر است که عملکرد خرما در تحقیق حاضر دارای توزیع نرمال بوده و علی‌رغم تفاوت قابل توجه میزان تولید در مناطق هدف، ضریب تغییرات آن در محدوده متوسط و قابل قبول قرار گرفت. بیشترین ضریب تغییر مربوط به فسفر، عناصر کم مصرف (آهن، مس، روی و منگنز) و ذرات تشکیل دهنده بافت خاک بود و کمترین مقدار آن نیز به اسیدیته خاک اختصاص داشت.

کلاس‌های بافت خاک در دو عمق خاک ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری (زون‌های دو و سه)، به روش USDA در مثلث بافت خاک جانمایی و تعیین شدند (شکل ۳). تفاوت‌های کمی بین کلاس بافت خاک‌های این دو عمق وجود داشت به‌گونه‌ای که نمونه‌های خاک منطقه مورد مطالعه بیشتر در چهار کلاس بافت شامل Loam، Silt loam، Sandy loam و Clay loam قرار داشتند.

این موضوع نشان‌دهنده متوسط بودن بافت خاک (لوم) در بیشتر این اراضی بود که از نظر کشاورزی به‌عنوان خاک مطلوب از نظر تهویه هوا، تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و ظرفیت نگهداری آب در خاک محسوب می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). از این‌رو، ارزش مدیریت صحیح اراضی دشت شبانکاره با توجه به وجود منبع آب قابل اطمینان (سد رییس‌علی دلواری) در بالادست آن قابل درک می‌باشد تا بتوان حداکثر تولید خرما را در یک سیستم پایدار کشاورزی در منطقه به‌دست آورد.

نسخه پیش انتشار



شکل ۳- جانمایی بافت خاک نمونه‌های هدف در مثلث بافت خاک. چپ (۶۰-۳۰)، راست (۹۰-۶۰) سانتی متر

Fig. 3- location of soil sample textures in soil texture triangles. Left (30-60), right (60-90) cm

خلاصه ضریب همبستگی پیرسون بین عملکرد درخت خرما با ویژگی‌های مختلف خاک در جدول ۴ آورده شده است. به جز مقدار نیتروژننیتروژن هیچکدام از ویژگی‌های خاک حتی عناصر غذایی دارای ضریب همبستگی بالا (۰/۸ - ۰/۶) با عملکرد نبودند و در رده‌های پایین‌تر همبستگی قرار گرفتند. نتایج تحقیقات سایر محققین نیز با این موضوع مطابقت دارد. بعنوان مثال برخی محققین بر این عقیده اند که در مناطق خشک و نیمه خشک، خرما در برابر مصرف فسفر و پتاسیم واکنش مثبتی از خود نشان نمی‌دهد (Nixon and Furr, 1965) در حالی که به علت رشد درخت نخل در تمام طول مدت سال، این گیاه می‌تواند با ریشه‌های عمیق و گسترده خود از تمام نیتروژن موجود در خاک استفاده نماید (Danesh, 2001).

جدول ۴- ضریب همبستگی پیرسون بین عملکرد با ویژگی‌های خاک

Table 4- Pearson correlation coefficient values for soil properties and yield

ضریب همبستگی پیرسون	عمق لایه (Layer depth)	
Pearson correlation coefficient	**30-60 cm**	60-90 cm
قوی High (0.6-0.8)	N	-
قابل قبول Acceptable (0.4-0.6)	Zn, K , OC	**Cu, Silt**
پایین		

Low(0.2-0.4)	Fe, Mn, P, Cu	**CEC, Sand , P, N, K ,OC**
ضعیف Weak (0-0.2)	SP, Silt, Clay , CEC	**Zn, Fe, Mn, Clay, Gypsum, CEC, SP**
منفی Negative (< 0)	EC, Gypsum, Sand, pH, CCE	**Ec, pH**

از نظر نیاز خاکی، نخل خرما گیاهی کم توقع از نظر آب و عناصر غذایی است (Hosseini et al., 2017). مطالعات نشان داد کاربرد عناصر غذایی کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد خرما در ایستگاه میناب نداشته است که با ضریب همبستگی به‌دست آمده در مطالعه حاضر، مطابقت دارد (Moghimi, 1987). البته در مقابل نیز تحقیقات زیادی‌تری هستند که نشان می‌دهد استفاده از انواع کودهای شیمیایی و آلی سبب افزایش تولید در نخیلات شده است. از این‌رو، چنین می‌توان برداشت کرد که میزان تأثیر این عناصر بر عملکرد محصول در سال‌های مختلف به‌دلیل تغییرات آب و هوایی از سالی به سال دیگر می‌تواند متفاوت باشد (Saee Ahan, 1988;Al-Kahtani and Soliman, 2012). همچنین به نظر می رسد غلظت قابل جذب این عناصر نیز در خاک بر کارایی استفاده از کودهای بعدی تأثیرگذار است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). لذا تحقیقات در مورد اثر عناصر غذایی روی میوه درخت خرما عمدتاً در دوره‌های چهار یا پنج ساله مناسب‌تر و قابل اعتمادتر خواهد بود. همچنین با توجه به جدول ۴ می‌توان چنین مشاهده کرد که عملکرد درخت نخل با تعداد بیشتری از عناصر غذایی در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نسبت به عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری دارای ضریب همبستگی پیرسون بالاتری بوده و از این‌رو اهمیت این لایه از خاک جهت کوددهی به نخیلات مشخص می‌شود. این نتیجه با اعداد ضریب رگرسیونی لایه‌ای محاسبه شده برای عمق‌های یاد شده همخوانی و مطابقت داشت.. هر چند تفاوت‌هایی در ضریب همبستگی بین ویژگی‌های خاک در دو عمق با یکدیگر مشاهده شد ولی شباهت-های آن‌ها عمدتاً بیشتر بوده و از یک روند تقریباً یکسانی پیروی می‌کردند. توضیح برخی شاخص‌های مهم در روابط ویژگی‌های خاک با یکدیگر و دلایل توجیهی آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

ویژگی درصد اشباع خاک دارای بالاترین و کمترین ضریب همبستگی به ترتیب با میزان رس و شن خاک در هر دو عمق را نشان داد. افزایش رس خاک می‌تواند ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش دهد در حالیکه با زیاد شدن درصد شن به شدت از این ویژگی کاسته شده و گیاه در برخی موارد با تنش رطوبتی نیز مواجه می‌گردد.. ضریب همبستگی بین میزان رس خاک و تقریباً تمامی عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مستقیم و افزایشی بود که این امر تحت اثر ظرفیت تبادل کاتیونی رس در خاک بوجود می‌آید. شوری خاک با پ‌هاش خاک دارای رابطه مستقیم و افزایشی

نسخه پیش انتشار

بوده ولی با میزان شن خاک رابطه عکس و کاهشی دارد. افزایش درصد گچ نیز سبب افزایش شوری خاک با رابطه مستقیم به‌علت افزایش املاح مجود در محلول خاک شد. از اینرو، ضریب همبستگی بین شوری و پ‌هاش خاک با عملکرد منفی به‌دست آمد که با نتایج پژوهش‌های قبلی همخوانی دارد (Shahrokh, 1996). افزایش شوری و پ‌هاش خاک به‌عنوان عامل محدود کننده رشد گیاهان و در نتیجه کاهش ماده آلی خاک به شمار می‌رود.

درصد کربن آلی با افزایش میزان نیتروژننیتروژن خاک و عملکرد محصول دارای رابطه مستقیم و افزایشی (ضریب همبستگی مثبت) و با pH و شوری خاک دارای رابطه معکوس بود. افزایش نیتروژننیتروژن سبب افزایش رشد رویشی تاج درخت خرما از یک سو و رشد سریع‌تر گیاهان خودرو بین نخلستان که از سایه‌انداز نخیلات استفاده می‌کنند از سوی دیگر گردیده و بقایای آن‌ها نیز توانسته است میزان کربن آلی خاک را در دراز مدت افزایش دهد. البته افزایش سایه‌اندازی گیاه نیز سبب جلوگیری از تجزیه‌ی سریع بقایای گیاهی به‌علت جلوگیری از ایجاد گرمای حاصل از برخورد نور مستقیم خورشید به سطح نخلستان می‌شود. افزایش عملکرد محصول خرما بر اثر افزایش مواد آلی خاک در نتایج سایر پژوهش‌ها نیز تأیید شده است (Al-Kahtani and Soliman, 2012). ضریب همبستگی پیرسون بین عملکرد و برخی ویژگی های خاک مانند پ‌هاش، مقدار گچ، هدایت الکتریکی، میزان آهک و شن منفی بود. افزایش اسیدیته خاک که عمدتاً به‌علت وجود مقادیر فراوان آهک در خاک اتفاق می افتد سبب کاهش قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک ناشی از تثبیت آن‌ها می شود. گچ فراوان به‌علت داشتن حلالیت زیاد سبب افزایش فشار اسمزی محلول خاک شده و رشد ریشه و نیز جذب آب توسط ریشه‌ها را مختل می‌نماید. درصد بالای شن خاک به‌علت قابلیت پایین ظرفیت نگهداری رطوبت سبب کاهش پتانسیل آب در خاک شده و در نهایت ایجاد تنش خشکی برای گیاه را به‌همراه خواهد داشت. این اثر نامطلوب شن در لایه ۶۰-۳۰ سانتیمتری از نمود بیشتری برخوردار بود زیرا در این لایه، تجمع ریشه‌های تغذیه‌ای بیشتر بوده و در صورت عدم وجود رطوبت کافی انتقال مواد غذایی از محلول خاک به ریشه و سپس به برگ‌ها دچار اختلال شدید می‌شود. همچنین، تنش رطوبتی سبب کاهش تبخیر و تعرق و فتوسنتز برگ می‌گردد. این مطلب با ضریب همبستگی منفی به‌دست آمده در این پژوهش برای میزان شن خاک، همخوانی دارد (Garr, 2013). ضریب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک با همدیگر و همچنین با عملکرد محصول خرما محاسبه و بررسی گردید. این کار برای هر دو عمق ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک (به ترتیب زون ۲ و زون ۳) که دارای بالاترین ضریب همبستگی در رگرسیون چند مرحله‌ای بودند، محاسبه و گزارش شد که در جدول ۵ ارایه شده است. درخت خرما به‌عنوان یکی از گیاهان بسیار مقاوم در برابر کمبود عناصر غذایی محسوب شده و علایم ظاهری محسوسی در این شرایط از خود بروز نمی‌دهد (Danesh, 2001) و از این‌رو متأسفانه در بسیاری از موارد، نخل‌داران اعتقادی به کوددهی نخیلات خود ندارند

نسخه پیش انتشار

اما نتایج پژوهش‌های گذشته و همچنین نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که محصول خرما در اثر کمبود طولانی مدت عناصر غذایی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که از نظر اقتصادی و کشاورزی پایدار باید مورد توجه قرار گیرد

(Saee Ahan, 1988; Shahrokh, 1996; Miao et al., 2011).

نسخه پیش انتشار

جدول ۵- ماتریس مقادیر ضریب همبستگی پیرسون برای ویژگی‌های مورد بررسی

(در این جدول نتایج ضرایب همبستگی عملکرد با ویژگیهای خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی متر با رنگ روشن و ۶۰-۳۰ سانتی متر با رنگ تیره نمایش داده شده است)

Table 5- Pearson correlation coefficient values for studied properties (Light color for correlation in 0-30 cm, dark color for 30-60 cm of soil layer)

	SP	EC	pH	CCE	Gyps	OC	N	P	K	Sand	Silt	Clay	CEC	Mn	Cu	Fe	Zn	Yield
sp	1	-.09	.17	-.49*	-.17	.19	.10	.28	.51*	-.57**	.29	.08	.74**	.80**	.43	.39	.09	.07
Ec	.13	1	..48*	.09	.27	.013	.01	-.14	-.31	-.18	.25	-.01	.18	-.16	.26	.35	.23	-.29
pH	-.25	.54*	1	-.25	-.23	-.06	-.05	.05	.21	.17	-.24	.02	.02	.15	.11	-.16	-.21	-.10
CCE	-.46*	-.35	.28	1	.34	.08	.10	-.30	.59**	.74**	.62**	-.64**	-.46*	-.19	.13	-.32	-.20	.19
Gyps	-.07	.27	-.03	-.21	1	.47*	.48*	-.09	-.23	-.07	.10	-.01	.18	.11	.22	-.01	.15	.08
OC	.31	-.04	-.23	.11	-.23	1	.98**	-.05	-.13	-.19	.14	.21	.25	.01	.23	-.16	-.32	.26
N	.39	.03	-.21	.09	-.14	.96**	1	-.06	-.14	-.15	.11	.14	.17	-.08	.25	-.18	-.31	.23
P	-.14	.16	.24	-.18	.33	-.33	-.25	1	.51*	-.08	-.18	.51*	.47*	.33	.09	-.23	-.33	.30
K	.34	-.08	.16	-.36	.27	-.21	-.24	-.10	1	-.27	.06	.52*	.33	.63**	.5*	.03	-.01	.33
Sand	-.62**	-.23	.36	.69**	-.02	-.23	-.26	.24	-.21	1	.92**	-.71**	-.55*	-.20	.19	-.51*	-.28	.34
Silt	.38	.23	-.38	-.68**	-.03	.11	.13	-.24	.03	-.94**	1	.36	.24	.01	.09	.46*	.41	.45*
Clay	.84**	.12	-.16	-.41	.13	.38	.43	-.14	.49*	-.67**	.35	1	.86**	.47*	.29	.38	-.07	.01
CEC	.72**	-.01	-.16	-.47*	.18	.32	.37	-.13	.57**	-.59**	.35	.81**	1	.43	.21	.22	-.14	.27
Mn	.51*	.04	.25	-.38	.25	-.01	.02	.15	.71**	-.18	-.05	.61**	.52*	1	.6**	.04	.07	.15
Cu	.42	.47*	-.2	-.42	-.11	-.15	-.14	.03	.21	-.21	.15	.25	.04	.46*	1	.38	.32	.42
Fe	.35	.44	-.26	-.50*	-.19	-.04	-.06	-.07	.05	-.35	.34	.21	.01	.36	.8**	1	.37	.08

نسخه پیش انتشار

Zn	**.14**	**.22**	**.03**	**.08**	**.10**	**.19**	**.23**	**.50***	**-.21**	**.04**	**-.19**	**.30**	**-.02**	**-.01**	**.07**	**-.16**	**1**	**.08**
Yield	**.05**	**-.14**	**-.2**	**.20**	**-.08**	**.54***	**.61****	**.24**	**.51***	**-.08**	**.09**	**.01**	**.04**	**.24**	**.34**	**.32**	**.41**	**1**

* ضریب همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد ** ضریب همبستگی معنی‌دار در سطح یک درصد

*. Correlation is significant at the 0.05 level **. Correlation is significant at the 0.01 level

1

نسخه پیش انتشار

الگوی مکانی ویژگی‌های خاک:

بررسی تغییرات مکانی ویژگی‌های مختلف خاک و همچنین عملکرد محصول در مناطق هدف از محدوده مورد بررسی به مساحت ۱۰۷ × ۳۹ متر مربع با استفاده از نرم افزار GS^+ انجام شد.

ضریب همبستگی بهترین مدل برازش داده شده به هر کدام از ویژگی‌های خاک و عملکرد محصول در جدول ۶ ارایه شده است. هر چه مقدار ضریب همبستگی از ۰/۵ بیشتر باشد، همبستگی مکانی قوی‌تری مورد انتظار خواهد بود. تعداد زیادی از ضریب همبستگی‌های جدول ۶ از این عدد بیشتر هستند که در این میان، pH (۰/۹۱)، درصد گچ (۰/۸۹)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (۰/۷۱) و عملکرد محصول (۰/۶۵) دارای بیشترین ضریب همبستگی بودند (شکل ۳).

نسخه پیش انتشار

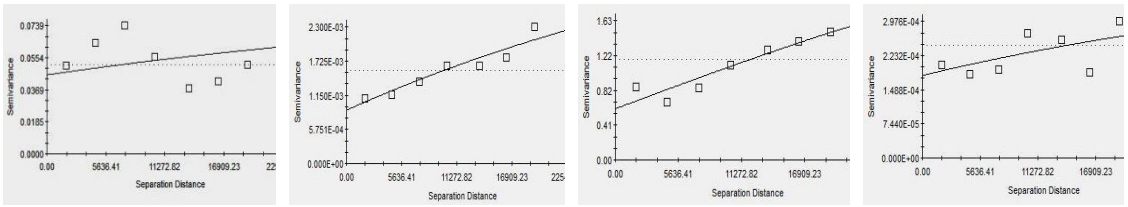
جدول ۶- خلاصه تحلیل زمین آماری ویژگی‌های مورد بررسی و مدل برازش داده شده بر نیم تغییرنمای تجربی

Table 6- Summery of geostatistical information of studied properties and theoretical model fitted on experimental semivariogram

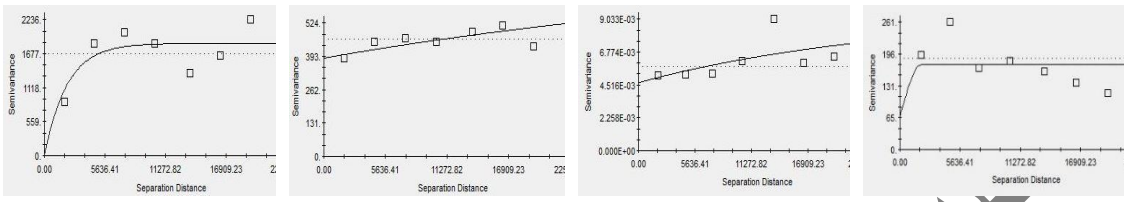
ویژگی Property	نماد انگلیسی Sign	مدل انتخابی و جهت‌داری Model **	اثر قطعه ای (C_0)	دامنه تآثیر Range	نسبت همسانگردی C_0/ C_0+C	مقدار آستانه Sill	ضریب همبستگی R^2	مجموع مربعات باقیمانده RSS
رطوبت اشباع	SP	Expo (Iso)	83.0	61100	0.5	166	0.6	**11451**
قابلیت هدایت الکتریکی	EC	Expo (Aniso)	0.64	272800	0.62	2.1	0.71	**0.25**
اسیدیته	pH	Sphe (Iso)	9.1	48470	0.69	3.1	0.91	**8.9×10^{-8}**
کربنات کلسیم معادل	CCE	Expo (Aniso)	0.03	349200	0.78	0.12	0.42	**6.4×10^{-3}**
گچ	Gyps	sphe	0.6	51100	0.73	2.3	0.89	**0.06**
ماده آلی	OC	Expo(Aniso)	0.18	267900	0.74	0.7	0.21	**0.16**
نیتروژننیتروژن کل	N (total)	Expo(Iso)	0.1	40850	0.59	0.4	0.34	**8.7×10^{-9}**
فسفر قابل استفاده	P (ava)	Expo(Aniso)	4.8	253100	0.81	25.5	0.35	**419.7**

پتاسیم قابل استفاده	**K (ava)**	Expo(Iso)	1.0	6390	0.99	1847	0.55	**569277**
شن	**Sand**	Expo(Aniso)	614	261900	0.67	1867	0.12	**1.9×10^{-6}**
سیلت	**Silt**	Expo(Iso)	386	51100	0.5	772	0.33	**7957**
رس	**Clay**	Expo(Aniso)	1.5	239400	0.7	5.2	0.26	**16.7**
ظرفیت تبادل کاتیونی	**CEC**	Expo(Aniso)	32.9	81800	0.79	155.1	0.47	**2513**
منگنز قابل استفاده	**Mn (ava)**	Expo(Aniso)	0.28	51930	0.90	4.4	0.31	**20.5**
مس قابل استفاده	**Cu (ava)**	Expo(Aniso)	0.09	684200	0.74	0.34	0.44	**0.084**
آهن قابل استفاده	**Fe (ava)**	Expo(Aniso)	0.1	573500	0.72	0.34	0.44	**0.1**
روی قابل استفاده	**Zn (ava)**	Expo(Iso)	0.005	24820	0.5	0.01	0.31	**7.5×10^{-6}**
عملکرد	**Yield**	sphe(Iso)	66.3	1980	0.62	173	0.65	**21221**

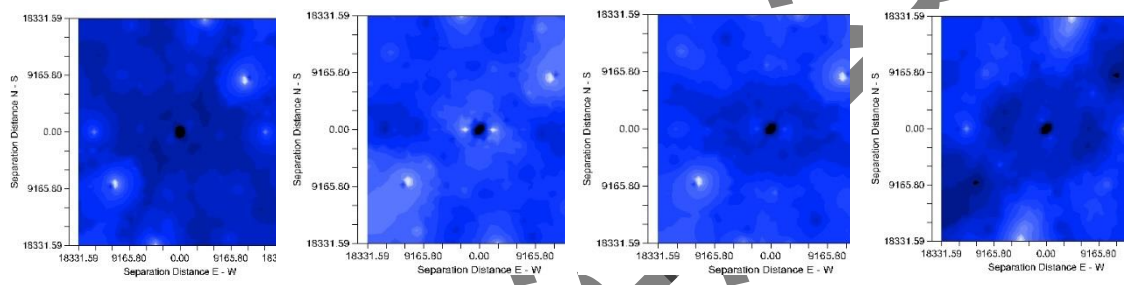
* (همسانگرد Isotropic ناهمسانگرد Anisotropic) ** (نمایی Exponential کروی Spherical)



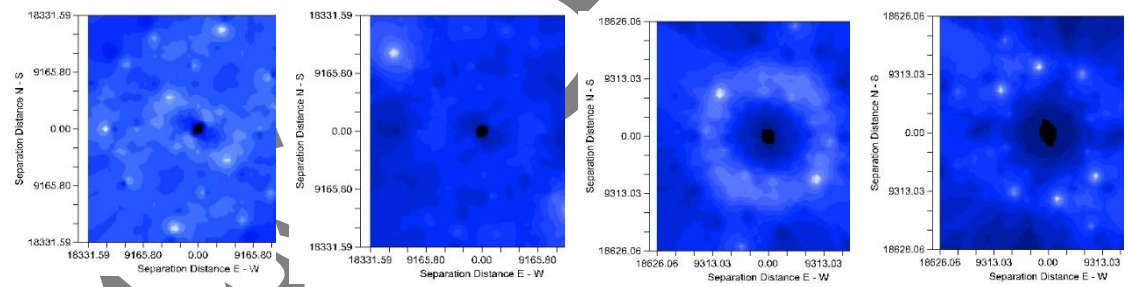
1-Sp 2-pH 3-Gyps 4-N



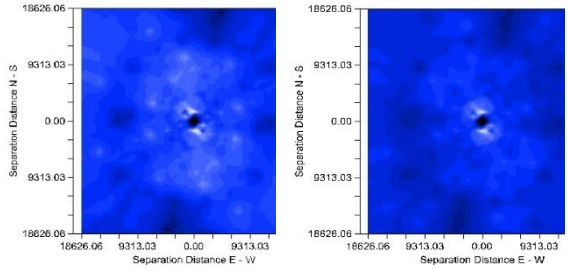
5-K 6-Silt 7-Zn 8-Yield



9-Ec 10-CCE 11-OC 12-P



13-Sand 14-Clay 15-CEC 16-Mn



17-Cu 18-Fe

شکل ۳ – الف (۱ تا ۸)– نیم تغییر نمای همسانگرد: خط افقی= فاصله و خط عمودی=نیم تغییر نما و ب– (۹تا ۱۸) نیم تغییر نمای ناهمسانگرد: خط افقی=غربی شرقی خط عمودی= شمالی جنوبی

Fig. 3- A: Isotropic semivariance (Horizontal: distance, Vertical: semivariance. 1-8) B:Anisotropic semivariance (Horizontal: distance E-W, Vertical: distance N-s. 9-18)

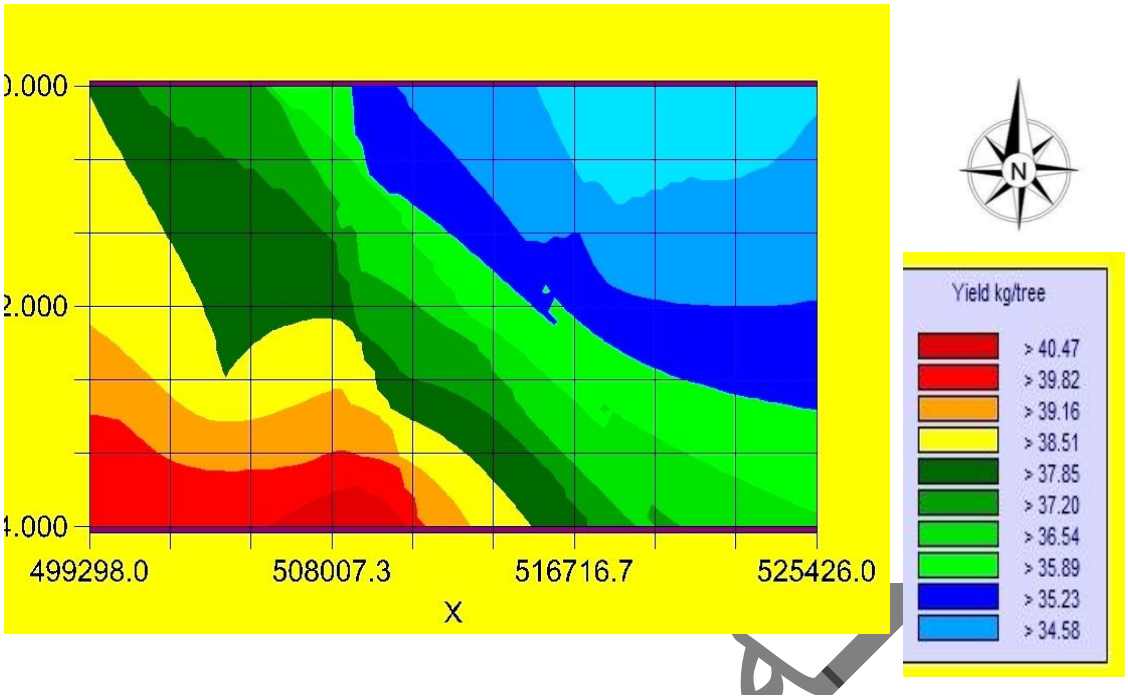
میزان قدرت ساختار متغییرهای مکانی با رابطه نسبت همسانگردی مکانی یا (C0/ C0+C) نمایش داده می‌شود. اگر این نسبت کمتر از ۰/۲۵ باشد، متغییر از ساختمان قوی، بین ۰/۷۵-۰/۲۵ ساختار مکانی متوسط و اگر این نسبت بیشتر از ۰/۷۵ باشد آنگاه ساختار مکانی ضعیف تلقی می‌گردد. همانطور که مشاهده می‌شود بیشتر ویژگی‌های خاک مورد بررسی از ساختار مکانی متوسط و تعدادی نیز ضعیف برخوردار هستند. ساختار مکانی نسبتاً قوی تا متوسط ناشی از عوامل ذاتی مانند نحوه پیدایش و ژنز خاک تحت اثر مواد مادری می‌باشد در حالیکه وابستگی مکانی ضعیف نشان‌دهنده اثر معنی‌دار عوامل خارجی مانند مدیریت کودی و زراعی و نیز مدیریت و کیفیت آب آبیاری است. در این میان، بهترین کلاس ساختار مکانی مربوط به درصد اشباع، درصد سیلت و روی قابل استفاده در خاک (هر سه برابر ۰/۵) بود.

همچنین، بررسی الگوی مکانی ویژگی‌های خاک با ترسیم نیم تغییر نمای تجربی و بررسی الگوی توزیع مکانی ویژگی‌ها از نظر همسانگردی یا ناهمسانگردی صورت گرفته و بهترین مدل تئوری بر هر یک از نیم تغییر نماها با توجه به حداقل مربعات خطا، مجذور ضریب همبستگی بالاتر و مجموع مربعات باقیمانده کمتر انتخاب شد. شکل ۳. این نیم تغییر نماها نشان‌دهنده تغییرات متفاوت هر یک از ویژگی‌های خاکی در مقدار نیم واریانس با افزایش گام در اراضی محدوده مورد بررسی بودند. بر این اساس، مدل‌های به دست آمده از دو نوع کروی و نمایی بودند.

پهنه بندی عملکرد محصول

پس از تعیین بهترین مدل انتخابی برای برای ویژگی عملکرد محصول خرما در منطقه (کروی) با ضریب همبستگی مناسب (۰/۶۵) به بررسی دو روش مختلف تخمین‌گر موجود در نرم افزار GS^+ یعنی روش وزن دهی عکس فاصله (IDW) و روش کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging) اقدام گردید که در نتیجه مشاهده گردید روش کریجینگ با مقدار خطای کمتر و یا به عبارتی با دقت بیشتری عملکرد را در نقاط مختلف محدوده مطالعه می‌تواند درون یابی کند. شکل ۴ به طور کل مقدار محصول خرما در اراضی دشت‌های رسوبی بیشتر از دشت‌های دامنه‌ای برآورد گردید.

نسخه پیش انتشار



شکل ۴ - پهنه بندی عملکرد درخت خرما در محدوده ۳۹۰۰۰ هکتاری مورد مطالعه

Fig. 4- Dates palm production zoning map in 39000 ha survey area

نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف تعیین اثر تغییرات مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر مقدار عملکرد محصول خرما و پهنه‌بندی تولید این محصول در پایاب سد رییس‌علی دلواری در منطقه دشتستان استان بوشهر به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید خرما در جنوب کشور انجام شد. در این تحقیق نشان داده شد که درخت نخل در گستره وسیعی از ویژگی‌های خاک که احتمال دارد حتی در یک سطح تقریباً محدود از اراضی اتفاق بیافتد نیز می‌تواند رشد نموده و محصول تولید کند درحالیکه این امکان برای سایر گیاهان زراعی و باغی وجود نداشته و چنین تطابقی با محیط برای درخت نخل منحصر بفرد است. با این وجود، اقتصادی بودن تولید این محصول در هر منطقه نیازمند شناخت دقیق از تغییرات مکانی عناصر غذایی موجود در خاک بوده و بررسی ویژگی‌های خاک و تخمین آن در نقاط مختلف و بیان همبستگی آن‌ها با عملکرد خرما این امکان را بوجود می‌آورد که با دیدی جامع نگرایانه به کمبود و یا زیاد بود عناصر غذایی در منطقه آگاهی پیدا کنیم. از میان عناص غذایی پر مصرف، نیتروژن از اهمیت بیشتری برای رشد نخیلات برخوردار است زیرا این درخت در طول دوازده ماه سال در حال رشد می باشد. بعد از این عنصر غذایی، پتاسیم و سپس فسفر و در ادامه سایر عناصر کم مصرف در رده‌های بعدی اهمیت قرار گرفتند. لایه ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک دارای

پیش انتشار

بشـترین اثر تغذیه‌ای بر درخت نخل بوده و از اینرو لازم اسـت تا کوددهی در این عمق صورت گیرد تا بیشـترین کارآیی را داشـته باشـد. با اسـتفاده از نقشـه پهنه بندی عملکرد خرما، می‌توان نقاط مسـاعدتر برای کشـت نخیلات را شـناسـایی نموده و اقدام به توسعه کشت این محصول نمود.

منابع References

1. Al-Kahtani, S.H. and Soliman, S.S., 2012. Effects of organic manures on yield, fruit quality, nutrients and heavy metals content of Barhy date palm cultivar. African Journal of Biotechnology, 11(65), p.12818.
2. Al-Khalifa M.A., 2010. Date palm the cultivars and the differences between them. Ministry of Municipalities and Agriculture Affairs, Agriculture Affairs, Kingdom of Bahrain.
3. Anonymous N., 2011. Production technology of date palm in Rajasthan. Date Palm Research Centre, Swami Keshwanand Rajasthan Agricultural University, Bikaner.
4. ASONGWE, G.A., YERIMA, B.P. and TENING, A.S., 2016. Spatial variability of selected physico-chemical properties of soils under vegetable cultivation in urban and peri-urban wetland gardens of Bamenda municipality, Cameroon. African Journal of Agricultural Research, 11(2), pp.74-86.
5. Carr, M.K.V., 2013. The water relations and irrigation requirements of the date palm (Phoenix dactylifera L.): A review. Experimental Agriculture, 49(1), pp.91-113.
6. Chiew, F., Kirono, D., Kent, D. and Vaze, J., 2009, July. Assessment of rainfall simulations from global climate models and implications for climate change impact on runoff studies. In 18th World Imacs Congress and Modsim09 International Congress on Modelling and Simulation: Interfacing Modelling and Simulation with Mathematical and Computational Sciences (pp. 3907-3913).
7. Danesh Nia S.A., 2001. Study N, P and K effect on date palm (Shahani Cultivar) yield in drip irrigation system. Report No. 79.355. Agricultural Research, Education and Extension Organization, (AREEO).Pp 16. (In Persian with English abstract).
8. Doornkamp, J.C., Brunsden, D. and Jones, D.K., 1981. Geology, Geomorphology and Pedology of Bahrain (pp. xxxv+-443).
9. Elprince, A.M. and Alsaeedi, A.H., 2007, May. National fertilizer program for date palm. In Proc. Symp. on Date Palm, 4th, Al-Hofuf, Saudi Arabia (pp. 5-8).
10. Ersahin, S., 2003. Comparing ordinary kriging and cokriging to estimate infiltration rate. Soil Science Society of America Journal, 67(6), pp.1848-1855.
11. Fatima, G., Wiehle, M., Khan, I.A., Khan, A.A. and Buerkert, A., 2017. Effects of soil characteristics and date palm morphological diversity on nutritional composition of pakistani dates. Experimental Agriculture, 53(3), pp.321-338.
12. Gee, G.W. and Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods, 5, pp.383-411.

13. Hosseini Y., Mohebi A.H. Pouzesh Shirazi M., Basirat M. and Rejali F., 2017. Date palm Integrational fertilization and nutrition. Agricultural Research, Education and Extension Organization publication (AREEO).Pp 68. (In Persian).
14. Izadi M., 2007. Study the effect of pollen storage and usage on date palm production. Report No. 86.543. Agricultural Research, Education and Extension Organization, (AREEO).Pp 30. (in Persian with English abstract).
15. Khoshgoftar Manesh A.h., 2004. Determination of the most important limitations in pistachio production in Qom saline soils. Journal of Qom Province Research. No.2: 55-72. (In Persian).
16. Kjeldahl, J.G.C.T., 1883. Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. Zeitschrift für analytische Chemie, 22(1), pp.366-382.
17. Krueger, R.R., 2021. Date palm (Phoenix dactylifera L.) biology and utilization. In The Date Palm Genome, Vol. 1: Phylogeny, Biodiversity and Mapping (pp. 3-28). Cham: Springer International Publishing.
18. Lindsay, W.L. and Norvell, W., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil science society of America journal, 42(3), pp.421-428.
19. Loeppert, R.H. and Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. Methods of soil analysis: Part 3 chemical methods, 5, pp.437-474.
20. Malakoti M.J., and Tabatabee S.J., 1987. Proper nutrition of fruit trees. Agricultural Research, Education and Extension Organization publication (AREEO).Pp 250. (In Persian).
21. Marschner, H. ed., 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press.
22. ME, S., 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. Chemical methods, pp.1201-1229.
23. Miao, Y., Stewart, B.A. and Zhang, F., 2011. Long-term experiments for sustainable nutrient management in China. A review. Agronomy for Sustainable Development, 31, pp.397-414.
24. Moghimi A.H., 1987. Study the effect of micronutrients on quality and quantity of Date palm in Iran. Hormazgan Research Manual. Pp 20. (In Persian).
25. Mohebi A.H., 2005 . The effect of irrigation water systems on yield and qualitative properties of Piarom Date palm. Journal of soil and water. No. 19:1: 124-130. (in Persian with English abstract).
26. Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties, 9, pp.539-579.
27. Nesbitt, M., 1993. Archaeobotanical evidence for early Dilmun diet at Saar, Bahrain. Arabian Archaeology and Epigraphy, 4(1), pp.20-47.
28. Nixon, R.W. and Furr, J.R., 1965. Problems and progress in date breeding.
29. Olsen, S.R. and Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Pp: 403-430. Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties. Part, 2.
30. Pundir, J.P.S., Porwal, R. and Verma, I.M., 2004. Effect of ferrous sulfate and thiourea spray on date fruits cv. Medjool.

31. Rohani A., 1988. Date palm. Tehran publication. Pp 292. (In Persian).
32. Saee Ahan S., 1988. Determining Date palm nutritional demand. Report No. 79.564. Agricultural Research, Education and Extension Organization, (AREEO).Pp 16. (In Persian with English abstract).
33. Sakr, M.M., Zeid, I.A., Hassan, A.E., Baz, A.G.I.O. and Hassan, W.M., 2010. Identification of some Date palm (Phoenix dactylifera) cultivars by fruit characters) cultivars by fruit characters. Indian Journal of Science and Technology, 3(3).
34. Sakr, M.M., Zeid, I.A., Hassan, A.E., Baz, A.G.I.O. and Hassan, W.M., 2010. Identification of some Date palm (Phoenix dactylifera) cultivars by fruit characters) cultivars by fruit characters. Indian Journal of Science and Technology, 3(3).
35. Shabani, F., Kumar, L. and Taylor, S., 2014. Suitable regions for date palm cultivation in Iran are predicted to increase substantially under future climate change scenarios. The Journal of Agricultural Science, 152(4), pp.543-557.
36. Shahrokh Nia A.,1996. The best way for fertilizer and manure usage in Date palm gardens. Manual No. 4. Agricultural Research, Education and Extension Organization, (AREEO).Pp 11. (In Persian).
37. Suppiah, R., Hennessy, K.J., Whetton, P.H., McInnes, K., Macadam, I., Bathols, J., Ricketts, J. and Page, C.M., 2007. Australian climate change projections derived from simulations performed for the IPCC 4th Assessment Report. Australian Meteorological Magazine, 56(3), pp.131-152.
38. Zaid, A. and Arias-Jimenez, E.J., 2002. Date palm cultivation FAO plant and protection paper.

نسخه پیش انتشار