Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.4, Winter 2020, P. 743-755
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۷۵۵-۷۴۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تعیین مهمترین عوامل موثر بر عملکرد باغات زیتون شمال ایران

علی آجیلی لاهیجی[۱]- علی محمدی ترکاشوند[۲*]- عبدالمحمد محنت کش[۳]- میرناصر نویدی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۱

چکیده

یکی از روش‌های نوین در ارزیابی اراضی نسبت به کاربری‌های مختلف، مدل‌سازی یا شبیه‌سازی کاربری مورد نظر است. با توجه به اهمیت عوامل موثر بر عملکرد باغات زیتون کشور، این ارزیابی در شمال ایران در بیش از ۸۰ باغ زیتون شهرستان رودبار استان گیلان که مهمترین باغات زیتون کشور واقع شده است با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی انجام شد. عملکرد محصول باغات زیتون تحت تاثیر عوامل مختلف خاکی، آبی، توپوگرافی و اقلیمی می‌باشند، که در مجموع بیست و هشت عامل موثر بر عملکرد زیتون انتخاب و به عنوان متغیرهای ورودی مدل انتخاب شدند. این متغیرها عبارت بودند از خصوصیات خاک شامل EC، میزان مواد خنثی شونده (TNV)، درصد کربن آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد رس و درصد سیلت، خصوصیات آب آبیاری شامل EC و میزان آب آبیاری، خصوصیات توپوگرافی شامل ارتفاع و شیب، غلظت عناصر غذایی در برگ شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی، عوامل اقلیمی شامل ساعات آفتابی، میزان تبخیر، میزان متوسط دما به عنوان متغیرهای ورودی و عملکرد محصول به عنوان خروجی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی در نظر گرفته شد. نمونه‌های خاک، آب و برگ از باغات به طور همزمان در مرداد ماه جمع آوری شده و عوامل توپوگرافی از طریق میان‌یابی در محیط GIS و با استفاده از نرم‌افزار ArcGis بدست آمد و اطلاعات مربوط به عوامل اقلیمی نیز از ایستگاه‌های هواشناسی منطقه و روش میان‌یابی بدست آمد. پس از تعیین بهترین ساختار شبکه عصبی با میزان R آزمون ۸۰ درصد، به کمک آنالیز حساسیت به روش Hill، عکس‌العمل مدل به هر یک از متغیرهای ورودی بررسی و مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر عملکرد محصول زیتون به دست آمد. بر اساس نتایج آنالیز حساسیت، مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در عملکرد محصول زیتون، به ترتیب نیتروژن برگ، فسفر خاک، تبخیر زمستان، تبخیر تابستان، میانگین دمای پاییز، ساعات آفتابی تابستان، میزان پتاسیم برگ، شوری خاک، شوری آب و شیب می‌باشند. که به طور خلاصه می‌توان به الویت تامین عناصر غذایی ماکرو المنت مانند نیتروژن و فسفر و تامین رطوبت مورد نیاز با توجه به تبخیر منطقه حتی در فصل زمستان برای باغداران تاکید نمود.

واژه‌های کلیدی: آنالیز حساسیت، زیتون، شبکه عصبی مصنوعی، گیلان، مدل سازی

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) در حال حاضر به عنوان یکی از منابع اصلی تامین کننده چربی‌ها در تغذیه انسان در بسیاری از کشورهای اروپایی به ویژه در حوزه دریای مدیترانه محسوب می‌شود. این گیاه برای تمام کشورهایی که در عرض‌های ۴۵-۳۰ درجه قرار دارند مناسب می باشد (۴۷). مصرف سرانه روغن زیتون در جهان ۵۰۰ گرم، در یونان ۲۰ کیلوگرم، در بعضی از کشورهای اروپایی ۱۰ کیلوگرم و در ایران ۱۵۰ گرم می‌باشد، اما سرانه مصرف کنسرو آن در جهان ۳۰۰ گرم و در ایران حدود ۶۰۰ گرم، که حدود دو برابر می‌باشد. کشت زیتون امروزه در اغلب نقاط جهان به سرعت در حال افزایش است، به طوری که هم اکنون برنامه توسعه آن در کشورهایی مانند چین که هیچگونه سابقه زیتون‌کاری نداشته‌اند نیز در دست اجراست. سطح زیر کشت باغ‌های زیتون جهان بر اساس آمارهای به دست آمده شورای بین‌المللی زیتون (۶۱)، بیش از ۱۰ میلیون هکتار بوده و ایران با ۱۱۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت مرتبه شانزدهم را در بین کشورهای تولید کننده زیتون داراست، همچنین میزان تولید میوه زیتون در جهان ۱۸ میلیون تن در سال گزارش شده که ایران با تولید

۱ و ۲- دانشجوی دکتری خاکشناسی و دانشیار گروه علوم خاک، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: m.torkashvand54@yahoo.com)
۳- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
۴-استادیار موسسه تحقیقات خاک وآب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v33i4.82069

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰۲ هزار تن میوه نیز در رتبه شانزدهم قرار گرفته است (۲۳). تولید میوه زیتون در ایران از ۷۶۸۴ تن به حدود ۱۰۲ هزار تن و سطح زیر کشت آن از ۵۶۲۰ هکتار به حدود ۸۴۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۴ تغییر یافته است که از این مقدار ۵۰۰۰۰ هکتار بارآور و ما بقی غیر بارآور هستند. تعداد استان‌های تولیدکننده زیتون کشور ۲۷ استان که به ترتیب شامل گیلان، زنجان، قزوین، گلستان، فارس، سمنان و کرمانشاه هستند. ۴۵ درصد سطح باغات زیتون کشور در سه استان گیلان، قزوین و زنجان واقع است که سالانه حدود ۶۰ هزار تن زیتون از آن برداشت می‌شود که بخشی از آن صرف تولید روغن خوراکی و بخش دیگر تولید کنسرو زیتون می‌شود (۵). افزایش سطح توسعه باغ-های زیتون جهان بیانگر اراده کشورهای زیتون‌خیز برای توسعه باغ-های جدید به صورت مستمر می‌باشد. درخت زیتون نقش مهمی در توسعه روستایی مناطق به‌ویژه در مناطق مدیترانه‌ای ایفاء می‌نماید (۲۰). اهمیت باغات سنتی زیتون بسیار برای محیط زیست مهم می‌باشد چرا که آنها به حفاظت خاک و تنوع گونه‌ای کمک بسیار می‌نمایند (۱۶). عملکرد درختان زیتون تحت تاثیر عوامل اقلیمی قبل از گلدهی و در طول دوره رشد مثل کمبود آب، افزایش دما، بیماری‌های گیاهی می‌باشد، که این عوامل در عملکرد زیتون نقش مهمی ایفاء می‌نمایند (۱۸، ۴۲ و ۴۳).

وضعیت کلی بهره وری باغات زیتون در سراسر جهان رضایت بخش نیست. حدود ۷۰ درصد باغ‌های زیتون سنتی و حاشیه‌ای به دلیل عدم مدیریت مناسب باغ ها با از بهره‌وری متوسط تا بسیار پایین برخوردار هستند. باغ های فشرده جدید (حدود ۳۰ درصد از کل باغات) بازده مناسبی دارند، اما اغلب با اثرات زیست محیطی منفی همراه هستند (۶۳ و ۳۴). برای افزایش بهره‌وری در اراضی کشاورزی لازم است تناسب اراضی برای هر نوع کاربری، قبل از استفاده از اراضی تعیین گردد. به عبارتی بهترین روش به منظور استفاده صحیح از اراضی موجود، ارزیابی توان تولید آن‌ها در کاربری‌های مختلف و اختصاص اراضی به بهترین کاربری است. روش‌های نوین ارزیابی اراضی شامل روش‌های مختلف مدل‌سازی است، تا با استفاده از تکنیک‌هایی توانایی مدل‌ها را در تعیین ارتباط بین خصوصیات اراضی و عملکرد آزمون نمایند (۳۰). یک مدل شکل ساده شده‌ای از واقعیت است که بعد از ایجاد آن می‌توان بدون اندازه‌گیری و آزمایش، رفتار یک پدیده را پیش‌بینی کرد. این مدل‌های شبیه ساز به صورت‌های مختلف عمل کرده و انواع مختلف از جمله مدل‌های تجربی، آماری، دینامیک و هوشمند دارند. در تدوین برنامه‌های مدیریتی(کاشت، داشت، برداشت)، مدل‌سازی ریاضی به عنوان فرایندی برای پیش‌بینی عملکرد محصول مورد استفاده قرار می گیرد (۵۵). تاکنون، روش‌های زیادی برای تخمین عملکرد در کشاورزی به کار گرفته شده است (۶۷، ۱۵ و ۲۸). برخی از پژوهشگران، از همبستگی ساده خطی استفاده و رابطه عملکرد با متغیرهایی نظیر ویژگی‌های خاک را بررسی و نتایج مختلفی ارائه نموده‌اند (۱۳و ۵۱). بسیاری از پژوهشگران دیگر، با روش‌های رگرسیون چندمتغیره خطی به برآورد عملکرد پرداخته‌اند (۲۷). در برخی از پژوهش‌ها نیز روش‌های آماری غیرخطی برای این منظور، مورد بررسی قرار گرفته اند (۲۵، ۸، ۳۶ و ۳۷). مهمترین مدل‌های برآوردکننده، توابع انتقالی شامل مدل‌های رگرسیونی و شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند. شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از روش‌های مدل‌سازی هستند که در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققین در علوم مختلف واقع شده است. این تکنیک هوشمند در چند سال اخیر کاربردهای مناسبی در علوم زیست محیطی، مهندسی و کشاورزی به خود اختصاص داده است. در سال های اخیر، استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی اجازه می دهد تجزیه و تحلیل بهتر نسبت به روش‌های کلاسیک آماری در صنعت کشاورزی ارائه گردد (۶۲). شبکه‌های عصبی مصنوعی با الهام گیری از مدل مغز انسان، ضمن اجرای فرآیند آموزش، اطلاعات مربوط به داده‌ها را پردازش و در درون وزن‌های شبکه ذخیره می‌نمایند. با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی مناسب و انتخاب صحیح وزن‌ها و توابع فعال‌ساز می‌توان روابط خطی و عمدتاً غیر خطی حاکم بر پدیده‌ها را شبیه‌سازی نمود (۳۲). یک شبکه عصبی یک مکانیزم محاسباتی است که قادر است در یک فضای چند متغیره از اطلاعات، که به صورت یک مجموعه داده به آن ارائه می‌گردد، کاوش نماید، محاسبه کند و یک نقشه ارائه کند. یک شبکه عصبی ضمن آموزش، قادر است ظریف‌ترین روابطی که توسط روش‌های معمول امکان دسترسی به آن نیست را مورد شناسائی قرار داده و استخراج کند. برای یک بار که مرحله یادگیری و آزمون شبکه با موفقیت انجام گیرد، الگوریتم ایجاد شده می‌تواند به آسانی برای کاربرد عملی مورد استفاده قرار گیرد (۲۴).

پژوهش‌های گسترده‌ای در سیستم‌های کشاورزی برای برآورد محصول با استفاده از شبکه عصبی انجام شده که برخی از آنها شامل: ایوبی و همکاران (۷) در پیش‌بینی عملکرد گندم دیم ، وانگ و همکاران (۶۸) در پیش‌بینی عملکرد سویا در مزارع کشور چین، نوروزی (۳۸) در پیش‌بینی عملکرد گندم دیم، نیازیان و همکاران (۳۷) به منظور پیش‌بینی عملکرد گیاه دارویی زنیان، می‌باشند. توبلیه و همکاران (۶۴) در مدل‌سازی عملکرد زیتون با استفاده از رگرسیون چند گانه، و بررسی وضعیت تغذیه‌ای زیتون گزارش نمودند که خاک و خصوصیات زمین از یک طرف و تغذیه درختان از طرف دیگر بیشترین تاثیر را بر عملکرد داشته و در بررسی ارتباط عناصر غذایی خاک با عملکرد، پتاسیم کل خاک، میزان ازت خاک و عمق خاک بیشترین همبستگی را با عملکرد زیتون داشته‌اند. پتاسیم خاک و عمق خاک ۷۷ درصد تغییرات عملکرد را توجیه نمودند و این دو عامل بعلاوه آهن و بُر برگ ۸۳ درصد تغییرات عملکرد را در مدل سازی

www.SID.ir

Archive of SID

توجیه نمودند. آگریلرا و والنزولا (۱) در پیش بینی عملکرد زیتون تحت تاثیر عوامل بیواقلیمی عنوان نمودند که دقت مدل‌های رگرسیونی بین ۸۳ تا ۹۳ درصد بوده و با استفاده از این مدل‌های پیش‌بینی، عوامل اصلی مؤثر بر عملکرد محصول زیتون مشخص شد. شاخص گرده افشانی و بارش تجمعی، به ویژه باران در طول دوره ثبت شده در ماه‌های قبل از گلدهی، مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر عملکرد زیتون بودند. میزان دمای ثبت شده در طول دو ماه قبل از جوانه زدن متغیر مهم دیگری بود، که اثرات مثبت بر عملکرد نشان داد.

شناخت مهم‌ترین پارامترهای ورودی به مدل‌های پیش‌بینی که عوامل مؤثر در عملکرد نیز محسوب می‌گردند، از اهمیت شایانی برخوردار است. از طریق فرآیند آنالیز حساسیت می‌توان اطلاعات ارزش‌مندی درباره میزان حساسیت مدل به متغیرهای ورودی آن در اختیار طراح و معمار مدل قرار داد (۳۸). آنالیز حساسیت مدل، مشخص می کند که خروجی مدل تا چه اندازه تحت تأثیر هر کدام از ورودی‌های مدل بوده و به ازای تغییر یک واحد در هر کدام از ورودی‌ها، خروجی مدل چه مقدار تغییر خواهد کرد. عملکرد گیاهی بستگی به تعداد زیادی از عوامل دارد که اغلب به طور مستقیم و یا غیر مستقیم بر عملکرد یک گیاه تاثیر می‌گذارد، عوامل خاکی مانند pH، نوع و میزان ماده آلی، سطح مواد مغذی و عوامل اقلیمی مانند: دمای هوا، بارش و همچنین نوع گیاهان و تکنولوژی‌های برداشت را می‌توان بیشتر مورد توجه قرار داد (۲۶ و ۶۵). باقر زاده و همکاران (۹) در ارزیابی کیفی زمین براساس مدل فائو ۱۹۸۵ و ۱۹۸۳ و مدل سایز و همکاران (۵۸) و وانگ و یون (۶۸) با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی شبکه‌های عصبی و فازی برای محصول سویا عنوان نمودند که بیشترین عامل محدود کننده برای کشت سویا در منطقه مطالعاتی، خواص حاصلخیزی خاک بوده است. شیردلی و توسلی (۵۳) با پیش‌بینی عملکرد و کارآیی مصرف آب زعفران با استفاده از مدل شبکه عصبی نشان دادند که عملکرد و کارآیی مصرف آب محصول زعفران، بیشترین حساسیت را به عامل آبیاری، سپس بارندگی و در نهایت ساعات آفتابی دارد.

از آنجا که پیش‌بینی عملکرد زیتون با استفاده از مدل‌های نوین، روشی برای ارزیابی اراضی تحت کشت این گیاه و همچنین اراضی مورد نظر برای اختصاص به کشت این گیاه می‌باشد، و همچنین تعیین عوامل موثر بر عملکرد باغات زیتون کشور برای مدیران و تصمیم گیران و کارشناسان بخش کشاورزی به لحاظ شناخت عوامل مؤثر مثبت و منفی در عملکرد، بسیار مهم می‌باشد، این تحقیق با هدف پاسخ‌گوئی به این نیاز برای اولین بار در کشور و حتی در دنیا با این روش انجام گردید.

مواد وروش‌ها

منطقه مورد مطالعه در استان گیلان و در بخش مرکزی شهرستان رودبار شامل دهستان‌های رستم آباد، رودبار، منجیل و لوشان واقع شده که از مناطق اصلی تولید کننده زیتون کشور می‌باشد. محدوده مورد مطالعه در منطقه‌ای به وسعت ۲۰۰ کیلومتر مربع، از طول جغرافیایی "۵۵'۲۸°۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی "۱'۵۵°۳۶ شمالی تا "۲۱'۳۳°۴۹ شرقی و "۳۹'۳۶°۳۶ شمالی را شامل می‌شود. براساس آمار هواشناسی، این منطقه دارای اقلیم‌های متفاوت از مرطوب به فراخشک بوده که به ترتیب از رستم آباد، رودبار، منجیل تا لوشان تغییر می‌نماید. دمای هوا در منطقه منجیل کمتر از لوشان بوده ولی شدت باد آن بیشتر و حدود ۳۵ کیلومتر بر ساعت با تبخیر ۲۳۷۰ میلیمتر در سال می‌باشد، اما منطقه لوشان حدود ۲۰۰ میلیمتر بارندگی با هوای بسیار گرمتر نسبت منجیل را دارا است. رودبار دارای میانگین بارندگی ۴۱۲ میلیمتر در سال و میانگین دمای پایین‌تر از لوشان و منجیل که تا رستم‌آباد بر میزان بارندگی اضافه و از میزان ساعات آفتابی آن کاسته می‌شود.

برای مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی نیاز به متغیرهای ورودی و متغیر خروجی است. متغیرهای ورودی در این تحقیق شامل ۵ گروه اصلی بود که داده‌های اقلیمی شامل: ساعات آفتابی، میزان تبخیر، میزان متوسط دما در هر فصل؛ خصوصیات خاکی شامل: EC، میزان مواد خنثی‌شونده (TNV)، درصد کربن آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد رس و درصد سیلت؛ خصوصیات آب آبیاری شامل: EC و میزان آب آبیاری؛ خصوصیات توپوگرافی شامل: ارتفاع و شیب و خصوصیات عناصر غذایی برگی شامل: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی که مجموعاً ۲۸ متغیر به عنوان ورودی‌های مدل و عملکرد محصول زیتون در سال زراعی ۹۷-۹۶ به عنوان خروجی مدل به کار گرفته شد. بخشی از داده‌های هواشناسی از طریق آمار بلندمدت ایستگاه‌های هواشناسی موجود شامل ایستگاه سینوپتیک منجیل و ایستگاه رودبار و بخش دیگر برای مناطق لوشان و رستم آباد از طریق روش‌های درون‌یابی با روش IDW[1] بوسیله نرم‌افزار ArcGis نسخه ۱۰/۳ تهیه گردید. تلاش گردید که از کل محدوده کشت زیتون در منطقه مطالعاتی از رستم‌آباد تا لوشان نمونه‌برداری شود و نهایتا ۸۶ باغ به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی و نمونه برداری قرار گرفت (شکل ۱). سپس نسبت به ثبت مختصات جغرافیایی مکان‌های نمونه‌برداری شده توسط سیستم مکان‌یابی جهانی (GPS) اقدام گردید. برای تعیین ویژگی‌های زمین (ارتفاع و شیب نقاط) در منطقه مورد مطالعه، از یک لایه مدل رقومی ارتفاع (DEM) با قدرت تفکیک ۳۰ متر که توسط سازمان نقشه برداری کشور تهیه شده و

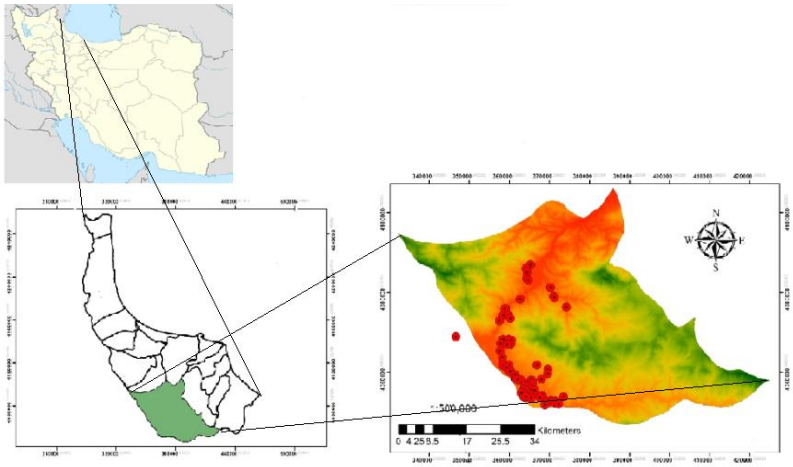
1- Inverse distance weighting

www.SID.ir

Archive of SID

موقعیت هندسی هر نقطه ارتفاعی را در فرمتی رستری ارائه می‌کند، استفاده شد. برای تعیین خصوصیات خاک در هر باغ زیتون انتخابی از عمق فعالیت ریشه (۶۰-۳۰cm) نمونه برداری مرکب از خاک بعمل آمد. بعد از هواخشک شدن نمونه‌ها و عبور از الک ۲ میلیمتری، اندازه‌گیری خصوصیات خاک با روش‌های استاندارد انجام گردید. درصد رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری تعیین گردید (۱۹). میزان کربن آلی خاک طبق روش والکی بلک (۶۶) تعیین شد. غلظت فسفر قابل جذب به روش اولسن (۳۹) و غلظت پتاسیم قابل جذب با به کارگیری روش استات آمونیوم ۱ نرمال به عنوان عصاره‌گیر (۴۴) تعیین گردید. میزان کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن مواد خنثی شونده با اسید کلریدریک و سپس تیتراسیون اسید اضافی با سود تعیین شد (۴۰). واکنش خاک در گل اشباع و با استفاده از الکترود pH متر دستگاه metrohm و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی jenway اندازه‌گیری شد.

همزمان نمونه آب و نمونه برگ نیز از باغات منطقه نیز تهیه و هدایت الکتریکی نمونه‌های آب اندازه‌گیری شد. در مرداد ماه در هر باغ نمونه‌های برگ از ۳۰ درخت و از چهار طرف هر درخت زیتون (مجموعا حدود ۱۰۰ برگ) نمونه‌برداری گردید. نمونه‌ها پس از شستشو با آب مقطر در آون در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد خشک، سپس آسیاب و از الک ۰/۵ میلیمتری عبور داده شدند و آنالیزهای مربوطه شامل نیتروژن به روش کجلدال، فسفر به روش اسپکتروفتومتری با تولید رنگ زرد، پتاسیم به روش فلیم فتومتری و عناصر میکرو با استفاده از دستگاه جذب اتمی THERMOELEMENTAL اندازه‌گیری گردید. سپس در اواخر شهریور در زمان برداشت، عملکرد محصول باغات زیتون بر اساس متوسط عملکرد کل ۱۰ درخت که از آن نمونه مرکب برگ تهیه شده نیز تعیین و ثبت گردید.



شکل ۱ – موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1-Geographical location of the studied area

مدلسازی شبکه عصبی مصنوعی

در ابتدا به منظور هم ارزش شدن داده‌ها، پس از به دست آوردن مقادیر اقلیم، خصوصیات خاک، آب، ویژگی‌های توپوگرافی و نتایج تجزیه برگی و همچنین مقادیر عملکرد محصول زیتون، این مقادیر با استفاده از معادله (۱) استاندارد شدند:

$$Xs=((((Xi-Xmean)/(X\max-X\min))\times 0.5)+0.5) \quad (۱)$$

که در این رابطه:

XS: مقدار استاندارد شده، Xi: مقدار واقعی، Xmean: متوسط مقادیر، Xmax:مقدار حداکثر، Xmin: مقدار حداقل.

قبل از طراحی شبکه‌های عصبی باید داده‌های مورد نیاز برای آموزش شبکه آماده گردد. برای طراحی ساختار شبکه عصبی مصنوعی، از بسته نرم افزاری (MATLAB, 2019) استفاده گردید.

در این تحقیق، ساختار شبکه پیش‌خور پس‌انتشار برای توسعه مدل‌های پیش‌بینی عملکرد مورد استفاده قرار گرفت. در مدل‌سازی توسط شبکه عصبی مصنوعی داده‌های ورودی در ۵ گروه شامل ویژگی‌های توپوگرافی، عناصر اقلیمی، خصوصیات خاک، آب و برگ، و درکل ۲۸ پارامتر، به عنوان داده‌های ورودی و عملکرد زیتون به عنوان داده‌های هدف یا خروجی مورد استفاده قرار گرفتند. این مجموعه داده‌ها به طور تصادفی تقسیم گردید به طوری که ۷۰ ، ۱۵ و ۱۵ درصد از آنها به ترتیب برای آموزش شبکه[1]، تایید[2] و آزمون[3] مورد استفاده قرار گرفت. فرآیند آموزش با استفاده از روش انتشار به عقب در دو مرحله

1- Training
2- Validation
3- Testing

www.SID.ir

Archive of SID

(رو به جلو و رو به عقب) انجام شد. این روش یک روش سیستماتیک برای آموزش شبکه‌های عصبی چند لایه است. پرسپترون چندلایه (MLP) با قاعده یادگیری پس انتشار[1] (BP) با الگوریتم آموزش پس-انتشار لونبرگ- مارکواردت (Levenberg-Marquardt) برای آموزش شبکه عصبی مصنوعی به کار رفت. شبکه عصبی پرسپترون بعنوان رایج‌ترین ساختار شبکه عصبی در مدل‌سازی محیط زیست و علوم خاک می‌باشد (۲). تابع انتقالی به کار رفته، یک تابع سیگموئیدی بود. یادگیری پس‌انتشار نوعی از یادگیری نظارت شده است که در آن میزان خطا از طریق باز پس‌گرداندن، باعث تغییر وزن‌ها در جهت بهبود پیش‌بینی و کاهش خطا می‌گردد. این الگوریتم یک شیوه گرادیان نزولی است که تابع خطای شبکه را حداقل می‌کند. هر ورودی مجموعه داده‌های آموزشی از بین شبکه و از لایه ورودی به لایه خروجی عبور می‌کند، خروجی شبکه با خروجی مورد نظر (هدف) مقایسه شده و خطا محاسبه می‌شود. در واقع خطاهای لایه خارجی به سمت لایه ورودی منتشر می‌شوند و وزن‌ها براین اساس اصلاح می‌شوند. این عمل تا زمانی ادامه می‌یابد که خطای لایه خروجی به حداقل برسد، در این مرحله آموزش شبکه به اتمام رسیده و شبکه توانایی تولید نتایج قابل قبول با ورودی‌های جدید را دارد.

سپس برای ارزیابی دقت شبکه از ضریب تبیین (معادله ۲) و مجذور میانگین مربعات خطا (معادله ۳) استفاده شد.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{1}^{N}(y_i - \hat{y}_i)}{\sum_{1}^{N}(y_i - \bar{y}_i)^2} \qquad (۲)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{N}(y_i - \hat{y}_i)^2}{N}} \qquad (۳)$$

که در آن‌ها: y_i، $\bar{y}$ و $\hat{y}$ به ترتیب متغیر وابسته اندازه‌گیری شده، میانگین متغیر وابسته و متغیر وابسته برآورد شده و N تعداد مشاهدات می‌باشد.

شناخت متغیرهای مؤثر در عملکرد زیتون، آنالیز حساسیت به روش هیل (۲۲) انجام شد. در این روش ضریب حساسیت نسبی[2] از طریق تقسیم ضریب می‌باشد.

تعیین مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر عملکرد زیتون

به منظور حساسیت هر متغیر، زمانی که آن متغیر ۱۰ درصد کاهش می‌یابد بر حداکثر ضریب حساسیت محاسبه می‌نماید. بنابراین بیشینه ضریب حساسیت نسبی برابر یک خواهد بود. در این روش هر متغیری که دارای ضریب حساسیت بالاتر از ۰/۱ باشد به عنوان متغیر مهم و متغیری که دارای بیش‌ترین ضریب حساسیت نسبی باشد، به عنوان مهم‌ترین متغیر و به همین ترتیب متغیرهای با ضریب حساسیت نسبی کم‌تر متغیرهای در درجات بعدی اهمیت محسوب می‌شوند. با این روش ده متغیر موثرتر در تولید و عملکرد محصول زیتون با ضریب حساسیت نسبی بالاتر تعیین گردید.

نتایج و بحث

به منظور مدل سازی عملکرد باغات زیتون با استفاده از نرم افزار MATLAB، بهترین ساختار شبکه عصبی مصنوعی پس از اجرای برنامه و با تکرار زیاد به دست آمد. ساختار این شبکه با ۲۸ نرون ورودی با یک لایه پنهان و ۳۸ نرون مخفی در این لایه و تابع محرک تانژانت سیگموئید کمترین مقدار خطا و بالاترین همبستگی را در روند آموزش شبکه (R=1)، اعتبارسنجی (R=0.16) و آزمون (R=0.79) مدل ایجاد نمود (جدول ۱).

شکل (۳) همبستگی مقادیر استاندارد شده‌ی پیش‌بینی شده به‌دست آمده از این مدل را در مقابل داده‌های استاندارد شده‌ی مشاهده شده برای عملکرد محصول زیتون به همراه ضریب تبیین مربوطه نشان می‌دهد. با توجه به ضریب تبیین به‌دست آمده (۶۲/۸)، مدل توسعه‌یافته شبکه عصبی مصنوعی برای شبیه‌سازی عملکرد زیتون، توانست حدود ۶۳ درصد از تنوع در عملکرد محصول زیتون منطقه مورد مطالعه را در مقیاس زمین‌نما توصیف نمایند. بخشی از تنوع که غیر قابل توصیف بوده است، می‌تواند ناشی از تفاوت در شیوه‌های مدیریتی کشاورزان مانند نوع آبیاری، هرس باغات، مبارزه با علف‌های هرز، نحوه تغذیه باغات و عوامل دیگر باشد. همچنین مقدار RMSE به دست آمده از مدل شبکه عصبی مصنوعی برابر ۰/۲۱ برای پیش‌بینی عملکرد محصول زیتون بود.

(شکل۴) ترتیب اهمیت پارامترهای مؤثر بر عملکرد زیتون در منطقه مورد مطالعه را به کمک آنالیز حساسیت روش هیل نشان می‌دهد. همان‌طور که این شکل نشان می‌دهد، متغیرهای ورودی به مدل شبکه عصبی مصنوعی دارای ضریب حساسیت نسبی متفاوتی بودند. با توجه به اینکه مقدار ضریب حساسیت نسبی همه متغیرهای ورودی بیشتر از ۰/۱ بوده است، این نتیجه به معنی مؤثر بودن تمام پارامترهای در نظر گرفته شده بر عملکرد زیتون است.

در بین متغیرهای ورودی، پارامتر میزان نیتروژن برگ از اهمیت بیش‌تری نسبت به دیگر پارامترها برخوردار بوده و سپس فسفر قابل جذب خاک که نقش موثری در تولید گل و میوه دارد به ترتیب با بیشترین ضریب حساسیت نسبی به عنوان مهم‌ترین عوامل شناخته شد. به عبارت دیگر، تولید محصول زیتون بیش‌ترین حساسیت را

1- Back Propagation
2- Relative Sensitivity Coefficient

www.SID.ir

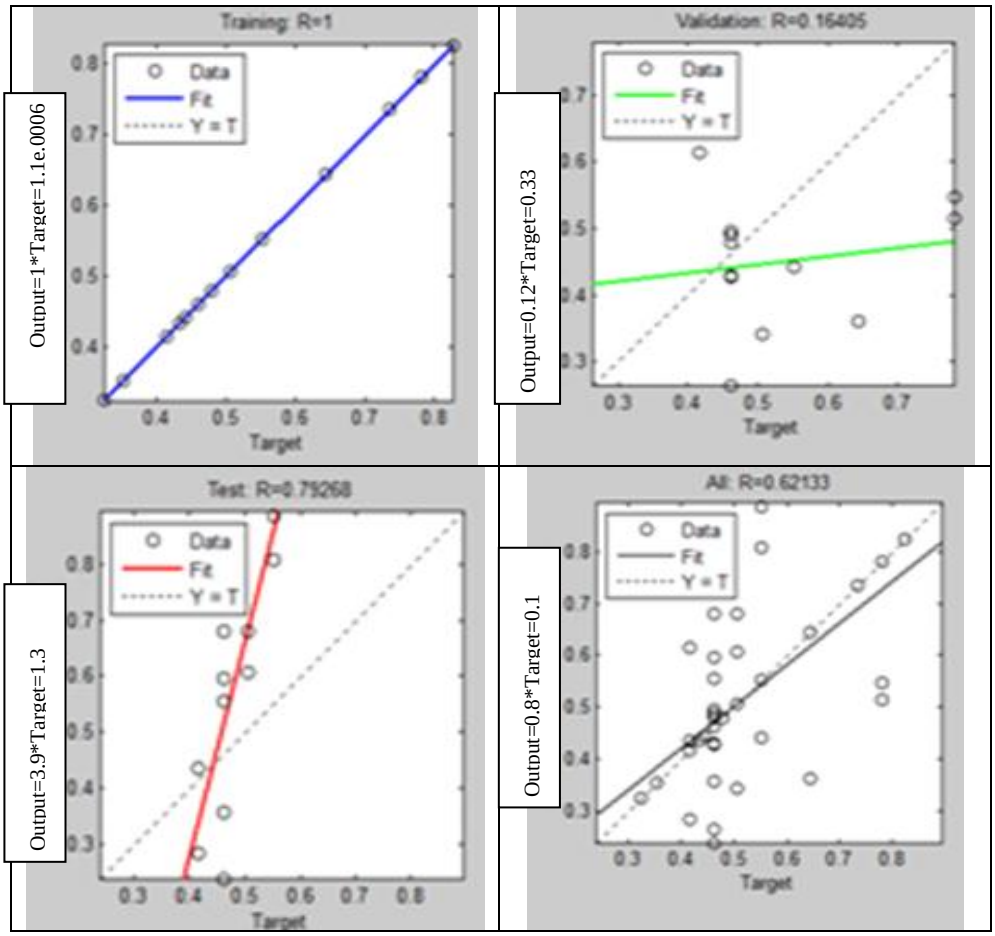
Archive of SID

نسبت به نیتروژن برگ و فسفر خاک داشت. این نتیجه اهمیت مدیریت و تغذیه باغات و مصرف متعادل کودهای نیتروژنه در افزایش محصول زیتون در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. نیتروژن معمولاً یک عامل کلیدی و عنصر اصلی در دستیابی به بازده مطلوب اکثر محصولات کشاورزی محسوب می‌گردد، دراین ارتباط الکوز و همکاران (۴) ضمن تاکید بر مدیریت صحیح نیتروژن، عنوان نمودند بهره‌وری گیاه در استفاده از نیتروژن در اندام هوایی به چند عامل از جمله زمان مصرف، میزان نیتروژن مصرفی، بارش و دیگر متغیرهای مربوط به آب و هوا بستگی دارد. شارما و همکاران (۵۲) گزارش نمودند که غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم همبستگی بالایی با عملکرد زیتون دارد.

جدول ۱- خلاصه بهترین ساختار مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی عملکرد محصول زیتون

Table 1- Summary of the best structure of the artificial neural network model (ANN) for olive crop yield prediction

مدل Model	تعداد نرون‌های ورودی No. of input neurons	تعداد لایه‌های مخفی No. of hidden layers	تعداد نرون‌های مخفی No. of hidden neurons	معادله Function	تکرار (دوره) Iteration	ساختارANN ANN structure	Rآزمون Testing R
عملکرد زیتون Olive yield	28	1	38	Tansig	20	1-38-28	0.79

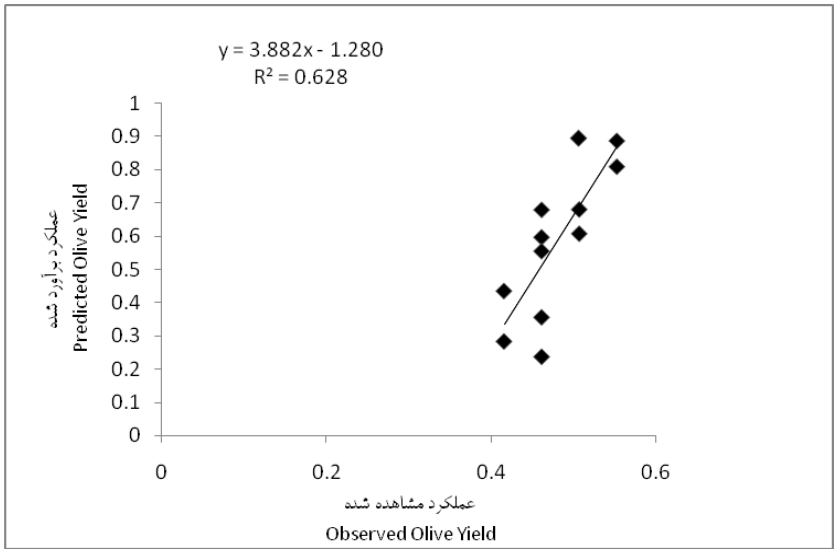


شکل۲- بهترین R آزمون ایجاد شده شبکه عصبی مصنوعی توسط همه عوامل

Figure 2 -The best test R created for artifical neural network test by all factors

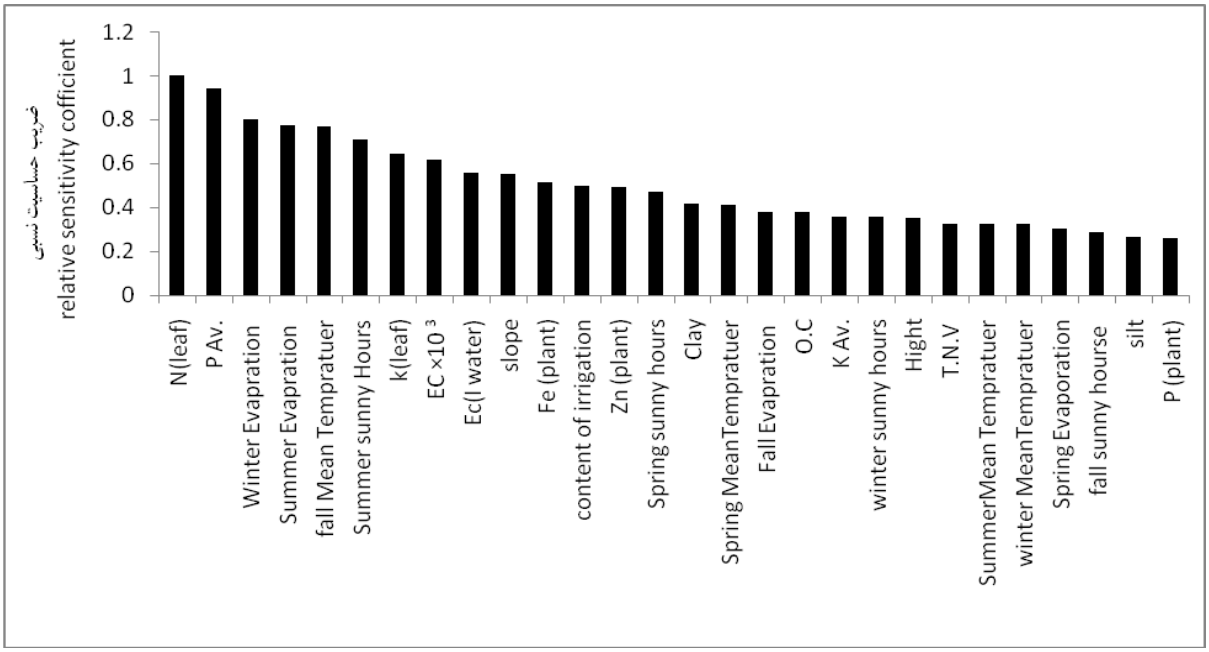
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳-همبستگی مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش‌بینی شده عملکرد محصول زیتون با درنظر گرفتن همه عوامل با استفاده از روش شبکه عصبی

Figure 3- Correlation between observed and predicted product yield values of olive by considering all factors using neural network method



شکل ٤ –نمودارمقادیر ضریب آنالیز حساسیت نسبی کلیه پارامترهای ورودی در پیش‌بینی عملکرد زیتون با روش شبکه عصبی مصنوعی

Figure 4- Analysis of the relative sensitivity coefficient values of all input parameters in the prediction of olive yield using artificial neural network method

همچنین کوریا و همکاران (۱۴) عنوان نمودند که ۹۲ درصد عملکرد درختان در مدیترانه تحت تاثیر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز و آهن بوده است. محنت‌کش و همکاران (۳۱) نشان دادند متغیرهای تامین کننده رطوبت و سپس نیتروژن کل خاک، و خصوصیات توپوگرافی در تولید دانه گندم دیم موثر می‌باشند. البریزیو همکاران (۳) نیز عنوان نمودند سهم زیادی از عملکرد گندم توسط فاکتور تعداد دانه گندم در واحد سطح توجیه می‌گردد که این عامل به‌طور عمده به مصرف کودهای نیتروژنه بستگی دارد. محققین دیگر پارامترهای مهم و مؤثر بر عملکرد دانه را به ترتیب شامل شاخص قدرت جریان، ماده آلی خاک، انحنای سطحی، شاخص انتقال رسوب،

www.SID.ir

Archive of SID

شیب، پایداری خاکدانه، رس، میانگین انحنای سطح زمین و مقدار روی قابل جذب خاک اعلام نمود(۳۸) که در تحقیق حاضر شیب و غلظت عنصر روی نیز اهمیت ویژه‌ای در عملکرد محصول باغات زیتون داشته است. دومین عامل موثر در عملکرد محصول زیتون در منطقه مطالعاتی فسفر خاک شناخته شده است. فسفر یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز در تولید محصول به شمار می‌آید. فسفر در کلیه فعالیت‌های بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا و ساز و کار انتقال انرژی دخالت دارد. فسفر جزئی از پروتئین سلول بوده، به عنوان بخشی از پروتئین هسته و غشای هسته است. این عنصر در جوانه زنی گل‌ها، تشکیل میوه، تسریع رسیدن آن، افزایش رشد رویشی درخت، بزرگ شدن اندازه درخت و افزایش کیفیت میوه نقش دارد. ارل (۱۷) در تحقیقی نشان داد نیتروژن و فسفر در مقایسه با پتاسیم بر شدت گلدهی و مقدار باردهی زیتون تاثیر بیشتری داشته و با افزایش سطح نیتروژن برگ از ۰/۸ به ۱/۷درصد، مقدار باردهی میوه به حداکثر رسیده است. بنابراین طبق نتایج این تحقیق با افزایش سطوح نیتروژن و فسفر باردهی میوه افزایش می‌یابد. نتایج ایوبی و همکاران (۷) در پیش‌بینی عملکرد گندم دیم با استفاده از ویژگی‌های خاک نشان داد که متغیرهای حاصلخیزی خاک نظیر فسفر قابل استفاده (۰/۸۴۷)، مواد آلی (۰/۸۱۰)، نیتروژن کل (۰/۷۴۲)، پتاسیم قابل استفاده (۰/۷۲۷) و CEC (۰/۷۲۵) دارای وزن‌های بالاتری نسبت به متغیرهای دیگر بوده و بنابراین سهم بیشتری در تغییرپذیری عملکرد داشته و بر این اساس می‌توان گفت تغییرپذیری ناشی از مدیریت عامل مهم تغییرپذیری خصوصیات خاک و در نتیجه عملکرد در باغات مورد مطالعه به شمار می‌رود.

دیگر پارامترهای مؤثر در تولید محصول زیتون تا رده دهم شامل تبخیر اسفند، تبخیر تابستان، میانگین دمای پاییز، ساعات آفتابی تابستان، میزان پتاسیم برگ، شوری خاک، شوری آب و شیب بود. تبخیر اسفند ماه که مصادف با آغاز فعالیت گیاه است، با ضریب حساسیت نسبی بیشتر در درجه سوم اهمیت قرار دارد. در منطقه رودبار در مراحل آغازین رشد که هنوز شاید آبیاری شروع نشده ولی تبخیر و تعرق وجود دارد و نیاز گیاه زیتون به آب تشدید می‌یابد. با توجه به اینکه درخت زیتون جزو گونه‌های همیشه سبز است و باوجود توقف رشد، گیاه در فصل زمستان به حیات خود ادامه داده و این نیاز وجود دارد. پس از این عامل، متغیر تبخیر تابستان مهم و مؤثر شده است که با توجه به اقلیم منطقه، در تابستان تبخیر شدید و عاملی مؤثر بر عملکرد است و اهمیت تأمین کافی و به موقع نیاز آبی زیتون را در تابستان نشان می‌دهد. تبخیر دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاه است. تأثیر مستقیم آن بر تأمین نیاز آبی گیاه در مراحل مختلف رشد گیاه و تأثیر غیر مستقیم آن بر نگهداری یا ذخیره آب در موقعیت‌های مختلف شیب است. سدراس وکالوینو (۴۸) عنوان نمودند ۹۰ درصد، از تغییرات عملکرد سویا و ۷۶ درصد تغییرات عملکرد ذرت به کمبود آب مرتبط است. شیردلی و توسلی (۵۳) نشان دادند عملکرد و کارآیی مصرف آب محصول زعفران، بیشترین حساسیت را به عامل آبیاری، سپس بارندگی و ساعات آفتابی دارد. بندل و هگر (۷) اعلام کردند ظرفیت نگهداری آب خاک تأثیر قابل توجهی بر عملکرد گندم داشته و این متغیر به عنوان عامل مهم در پیش‌بینی عملکرد تعیین گردید. در مناطق خشک و نیمه خشک میزان آب خاک محدود کننده‌ترین عامل در تولید محصولات زراعی و باغی محسوب می‌گردد و فرآیندهایی که توزیع آب در خاک را کنترل می‌کند، تولید محصول را نیز کنترل می‌کند (۵۴).

عامل مهم در جایگاه بعدی مربوط به میانگین دمای هوای پائیز است. براساس نتایج پژوهش‌های انجام شده دمای هوا مهمترین عامل محیطی در گل‌دهی زیتون بوده و نیاز سرمایی برای نمو گل یک عامل حیاتی است، به طوری که هرگاه سرمای زمستان در منطقه‌ای وجود نداشته باشد، گل‌دهی زیتون انجام نشده و رشد رویشی جوانه‌ها نیز به دما بستگی دارد (۳۵).

از عوامل موثر دیگر در عملکرد محصول زیتون، پتاسیم برگ تعیین گردید. این عنصر از طریق تأثیر در جذب آب و مواد غذایی بیش‌تر توسط گیاه بر افزایش عملکرد زیتون مؤثر است. زیتون نسبت به کمبود نیتروژن، پتاسیم، روی و بور بسیار حساس بوده و مصرف بهینه کودهای حاوی این چهار عنصر، به همراه سایر کودها بسیار با اهمیت می‌باشد (۶۰). بنابراین لازم است در برنامه کوددهی و تغذیه درختان زیتون، به این عنصر توجه کافی صورت گیرد، البته این بدان معنی نیست که کمبود سایر عناصر اتفاق نمی‌افتد، بلکه در کنار برنامه کود دهی فوق، باید سالانه با تجزیه برگی نیاز درخت به سایر عناصر تشخیص داده شده و نسبت به تأمین آنها اقدام شود.

از عوامل موثر دیگر بر عملکرد باغات زیتون، شوری آب و خاک بودند. شوری، یکی از مشکلات اساسی مناطق خشک و نیمه خشک است. یکی از دلایل پایین بودن عملکرد کمی و کیفی باغات زیتون کشور، تنش‌های محیطی غیر زنده مثل شوری آب و خاک، خشکی و تنش عناصر غذایی می‌باشد(۵۹). در باغ‌های متراکم زیتون، به ازاء هر یک دسی زیمنس بر متر افزایش در شوری خاک میزان عملکرد به میزان ۱۶ تا ۲۳ درصد کاهش می‌یابد (۱۲). در بررسی عوامل موثر بر عملکرد باغات پسته رفسنجان شوری خاک تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد پسته دارد (۴۹). پس از شوری عامل مهم توپوگرافی زمین یعنی شیب نقش مهمی در عملکرد داشته است. موقعیت‌های مختلف شیب آب قابل استفاده متفاوتی برای گیاه فراهم می‌نمایند. با توجه به این‌که مناطق مورد بررسی در این تحقیق جزء مناطق تپه‌ماهوری و با موقعیت‌های مختلف شیب بودند، به دلیل تغییر در عمق و دیگر خصوصیات خاک، مقدار آب قابل استفاده در این مناطق با موقعیت زمین‌نما تغییر کرده و این تغییرات دلیلی بر تغییر عملکرد محصول زیتون در این شرایط است که درشیب‌های بالاتر فقر عناصر غذایی و

www.SID.ir

Archive of SID

میزان رطوبت کمتر می‌تواند سبب کاهش عملکرد گردد. از عوامل موثر دیگر بر عملکرد زیتون، میزان آهن برگ بود که نقش موثری در سنتز کلروفیل و فتوسنتز و نهایتا عملکرد ایفاء می‌نماید. میزان آب آبیاری عامل مهم دیگری در باغات منطقه است در باغات نقش مهمی برعملکرد داشته و برای حصول عملکرد بهینه، تأمین آب مورد نیاز ضروری است. در نهایت میزان روی که نقش آن در بهبود اعمال بسیاری از سیستم‌های آنزیمی، سنتز اسیدهای نوکلئیک، پروتئین و متابولیسم اکسین نقش به سزایی ایفا می‌کند. نتایج این تحقیق با نتایج دیگر پژوهش‌ها که عنوان نموده‌اند عملکرد محصول تحت تأثیر عوامل مختلفی همچون عوامل اقلیمی، عوامل فیزیولوژیکی گیاه، ذخیرهٔ عناصر غذایی، مدیریت زراعی، مدیریت اراضی و وضعیت زمین و اجزا آن قرار می‌گیرد، تطابق دارد (۴۶؛ ۴۱؛۵۰).

نتیجه گیری

به طورکلی این تحقیق نشان داد که مقدار ازت برگ و فسفر خاک مهمترین عوامل برای تولید محصول زیتون است و سپس متغیرهایی که به نوعی به مقدار آب در خاک مربوط می‌شوند مانند (تبخیر تابستان، میانگین دمای پاییز، ساعات آفتابی تابستان) مهم تشخیص داده شدند. غلظت پتاسیم، آهن و روی در برگ و شوری های آب و خاک از عوامل تنش‌زا برای گیاه زیتون و شیب که بر عمق خاک و دسترسی آب و عناصر غذایی برای گیاه مؤثر است، می‌توانند به عنوان مهم ترین فاکتورها در تولید محصول زیتون محسوب گردند.

منابع

1- Aguilera F., and Valenzuela. L.R, 2014. Forecasting olive crop yields based on long-term aerobiological data series and bioclimatic conditions for the southern Iberian Peninsula. Spanish Journal of Agricultural Research 2014 12(1): 215-224, Instituto Nacional de Investigación Tecnología Agraria Alimentaria (INIA) .Available http ://dx.doi.org /10.5424 /sjar/2014121-4532
2- Agyare W.A., S.J. Park., and P.L.G. V lek. 2007. Artificial neural network estimation of saturated hydraulic conductivity. Vadose Zone J. 6:423-431.
3- Albrizio R., Todorovic M., Matic T., and Stellacci A. M. 2010. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. Field Crop Research 115: 179-190.
4- Alcoz M.M., F.M. Hons and V.A. Haby. 1993. Nitrogen fertilization timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency, and residual soil nitrogen. Agron. J. 85:1198-1203.
5- Anonymous. 2017. Statistical Booklet of Gilan Jihad Agriculture Organization, Ministry of Agriculture Jihad.
6- Ayoubi S., and Jalalian A. 2006. Land Evaluation (Agriculture and Natural Resources Applications). Isfahan University of Technology Publ. (in Persian)
7- Ayoubi S., Zamani S. M. and Khormali F. 2009. Wheat Yield Prediction through Soil Properties Using Principle Component Analysis, Iranian Journal of Soil and Water Research, 40 (1), 51-57. (In Persian)
8- Bagheri S., Gheysari M., Ayoubi Sh. and Lavaee N. 2012. Silage maize yield prediction using artificial neural networks. Journal of Plant Production, 19(4): 77-95. (in Persian with English abstract).
9- Bagherzadeh A., Ghadiri E., Souhani Darban.A. R.,and Gholizadeh.A. 2016. Land suitability modeling by parametric-based neural networks and fuzzy methods for soybean production in a semi-arid region. Model. Earth Syst. Environ. (2016) 2:104 .DOI 10.1007/s40808-016-0152-4
10- Black C.A., Evans D.D., White J.L., Ensminger L.E., and Clark F.E. 1965. Methods of Soil Analysis, Agronmy Monograph No. 9, Part II: Chemical and microbiological properties, Am.Soc. Argon ., Madison, WI, USA.
11- Bremmer JM., Mulvaney CS. 1982. Total nitrogen. Methods of Soil Analysis, Agronmy Monograph No. 9, Part II: Chemical and microbiological properties, Am.Soc. Argon., Madison, WI, USA.
12- Chartzoulakis K. 2005. Salinity and olive: growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. Agriculture Water Management. 78: 108–121
13- Chen Z. X., Ren J. Q., Zhou Q. B., and H. J, Tang. 2008. Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 10:403−413.
14- Correia P. J., I. Anast´acio M. Da F´e Candeias and M. A.Martins-Louc¸˜ao "Nutritional diagnosis in carob-tree: relationships between yield and leaf mineral concentration," Crop Science, vol. 42, no. 5, pp. 1577–1583, 2002.
15- Doraiswamy P. C., Moulin S., Cook P. W., and V., Stern. 2003. Crop yield assessment from remote sensing. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69: 665−674
16- Duarte F., N. Jones and L. Fleskens.2008. "Traditional olive orchards on sloping land: sustainability or abandonment?" Journal of Environmental Management, vol. 89, no. 2, pp. 86–98, 2008.
17- Erel R. 2008. Flowering and Fruit Set of Olive Trees in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium. J. AMER. SOC. HORT. SCI. 133(5):639–647
18- Galán C., García-Mozo H., Vázquez L., Ruiz Valenzuela L.,Díaz de la Guardia C., and Domínguez E. 2008.

www.SID.ir

Archive of SID

Modeling olive crop yield in Andalusia, Spain. Agron J 100: 98-104
19- Gee G.W., and Bauder J.W. 1986. Particle size analysis. In: Klute A. (Ed), Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA. Madison. WI, USA. pp: 383-411.
20- Graaff J. De., and L. A. A. J. Eppink.1999. "Olive oil production and soil conservation in southern Spain, in relation to EU subsidy policies," Land Use Policy, vol. 16, no. 4, pp. 259–267, 1999.
21- Heydari M. 2006. Identification of dominant soils and the effect of their properties on leaf concentration, quantity and quality of pistachio in Anar region, Rafsanjan. MSc. Thesis, Soil Science Department, Agricultural College, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran. (In Persian with English abstract).
22- Hill M. C. 1998. Methods and guidelines for effective model calibration. U.S.Geological
23- Hosseini-Mazinani M., Torkzaban B.2013. Iranian olive catalogue "Morphological and molecular characterization of Iranian olive germplasm". National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology.2013. 978-964-8516-23-4.
24- Kaul M., Hill R.L. and Walthall, C. 2005. Artificial neural networks for corn and soybean yield prediction. Agricultural Systems, 85: 1-18.
25- Keshavarzi A., Sarmadian F., Sadeghnejad M., and Pezeshki P.2010.Developing pedotransfer functions for estimating some soil properties using artificial neural network and multivariate regression approaches.ProEnvironment, 3: 322-330.
26- Khairunniza-Bejo S., Mustaffha S., Ishak W., Ismail W. 2014.Application of artificial neural network in predicting crop yield. A review. Journal of Food Science and Engineering, 4,1–9.
27- Khakural, B.R., Robert, P.C., and Huggins, D.R. 1999. Variability of corn/soybean yield and soil/landscape properties across a southwestern Minnesota landscape. In Proceedings of the fourth international conference on precision agriculture, pp: 573-579.
28- Maselli F., and F. Rembold. 2001. Analysis of GAC NDVI data for cropland identification and yield forecasting in Mediterranean African countries. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67: 593−602.
29- McLean EO. 1982. Soil pH and lime requirement. Methods of Soil Analysis, Agronmy Monograph No. 9, Part II: Chemical and microbiological properties, Am. Soc. Argon., Madison, WI, USA. pp. 199-233.
30- Mehnatkesh A. 2012. Modeling of Soil and landscape and prediction of dryland wheat production using different models in central Zagros, Ph.D. thesis in Isfahan University of Technology(In Persian with English Summary)
31- Mehnatkesh A., and Ayoubi S., and Dehghani A.2017. Determination of the Most Important Factors on Rainfed Wheat Yield by Using Sensitivity Analysis in Central Zagros. Iranian Journal of Field Crops Research Vol. 15, No. 2, summer. 2017, p. 257-266 (In Persian with English Summary)
32- Menhaj M., 2002. Neural Network Foundations. Iran Amir Kabir University of Technology Publications.
33- Miao Y., Mulla D.J. and Rober P.C. 2006. Identifying important factors influencing corn yield and grain quality variability using artificial neural networks. Precision Agriculture, 7: 117–135.
34- Michelakis N. 2002. Olive Orchard Management: Advances and problems. Proc. 4th International Symposium on Olive Growing. Eds. C. Vitagliano and G.P. Martelli. Acta Hort. 586: 239-245.
35- Mohammadi H., and Zinanlou A., and Roshan A. 2008. Olive Temperature Compatibility Modeling (Olea europaea L.) in Iran, Geographical Research, No. 64, pp. 37-51. (in Persian)
36- Montazer A.A., Azedegan B., and Shahraki M. 2009. Performance evaluation of artificial neural network models in estimation of yield and water productivity of wheat on the basis of climate factor andconsumption water-nitrogen fertilizer. Iranian Journal of Water Research 3 (5): 17-29. (In Persian withEnglish Summary).
37- Niazian M., Sadat-Nooria S.A., Abdipourc M.2018. Modeling the seed yield of Ajowan (Trachyspermum ammi L.) using artificial neural network and multiple linear regression models.Industrial Crops & Products 117 (2018) doi.org/10.1016/j. indcrop.2018.03.013–234.
38- Norouzi M. 2009. Prediction of rainfed wheat yield using artificial neural network in Ardal district of Chaharmahal and Bakhtiari province. M.Sc. Thesis, Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. 112 p. (In Persian with English Summary)
39- Olsen S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: A. L. Page (Eds.), Methods of Soil Analysis, Agron. No. 9, Part 2: Chemical and microbiological properties, 2th ed. PP. 403-430
40- Page MC., Sparks DL., Noll M., Hendricks GJ. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic Coastal Plain Soils. Soil Science Society of AmericaJournal 51: 1460-1465.
41- Quanqi L. Baodi D., Yunzhou Q., Mengyu L., and Jiwang Z. 2010. Root growth, available soil water, and water-use efficiency of winter wheat under different irrigation regimes applied at different growth stages in North China. Agr. Water Manage. 97, 1676–1682
42- Rapoport HF., Hammami SBM., Martins P., Pérez-Priego O., and Orgaz F. 2012. Influence of water deficits at different times during olive tree inflorescence and flower development.Environ Exp Bot 77: 227-233.
43- Ribeiro H., Cunha M., Abreu I. 2008. Quantitative forecasting of olive yield in northern Portugal using a bioclimatic model. Aerobiologia 24: 141-150.
44- Richards LA. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA Handbook No. 60. U.S.

www.SID.ir

Archive of SID

Government Printing Office, Washington, DC. 160 pp.
45- Rossiter D. G. 2003. Biophysical models in land evaluation. Encyclopedia of life support system (EOLSS), EOLSS pub. UK.16pp.
46- Royo C., Aparicio N., Blanco R. and Villegas D. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. Eur. J. Agron. 20: 419–430.
47- Russo C., Cappelletti G.M, Nicoletti G.M., Di Noia A.E., and Michalopoulos G.2016, Comparison of European Olive Production Systems Sustainability 2016, 8, 825; doi:10.3390/su8080825. www.mdpi.com/journal/sustainability
48- Sadras V.O., and Calviño P.A. 2001. Quantification of grain yield response to soil depth in soybean, maize, sunflower, and wheat. Agronomy Journal 93: 577–583
49- Salehi M.H., and HosseinifardS J. 2012. Soil and ground water relationships with pistachio yield in the Rafsanjan area, Iran. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43: 660-671.
50- Sepaskhah A. R., Azizian A., and Tavakoli A. R. 2006. Optimal applied water and nitrogen for winter wheat under variable seasonal rainfall and planning scenarios for consequent crops in a semi-arid region. Agr. Water Manage. 48: 113-122. (In Persian)
51- Seyyed Jalali A. 2015. Determination of Land Production Potential for Wheat in Gotvand and Shooshtar Regions of Khuzestan Province. Land Management Journal, Volume 3, Issue 1.2015. (In Persian)
52- Sharma S.D., Singh R. P., and Sharma C.L.2005."Periodical changes in foliar macronutrient status of olive," Acta Horticulturae, vol. 696, pp. 249–254, 2005.
53- Shirdeli A., and Tavasoli A. 2015. Forecast of Saffron Water Performance and Efficiency Using Neural Network Models Based on Climate and Water Factors. Journal of Agriculture and Technology of Saffron Volume 3, Issue 2, Summer 2015, p. 121- 131 University of Torbat Heydarieh Ministry of Science Research Technology, (in Persian)
54- Si C., and Farrell R.E. 2004. Scale-dependent relationship between wheat yield and topographic indices: A wavelet approach. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 577-587
55- Soares J.D.R., Pasqual M., Lacerda W.S., Silva S.O. and Donato S.L.R. 2013. Utilization of artificial neural networks in the prediction of the bunches' weight in banana plants. Scientia Horticulturae, 155: 24–29.
56- Sudduth K.A., Drummond S.T., Birrell S.J., and Kitchen N.R. 1997. Spatial modeling of crop yield using soil and topographic data. P 439-447. In: Proceedings of the First European Conference on precision agriculture, edited by J.V. Stafford (BIOS Scientific Publishers, Oxford, UK).
57- Sys C., Van Ranst E., and Debaveye J.1993. Land evaluation, Part III. Crop requirements. General Administration for development cooperation, Brussels.
58- Sys C., Van Ranst E., and Debaveye J. 1991. Land evaluation, Part I and II. General Admhnstration for development cooperation, Brussels.
59- Taheri M., and Basirat M., and khoshzaman T., and Mostashari M. and Shakeri M. 2017. Soil Fertilizer and Plant Nutrition Management in Olive Trees, Soil and Water Research Institute of Iran, 2017, (in Persian)
60- Taheri M., Malakouti M. 2000. The necessity of optimum use of fertilizer for increasing the yield and quality improvement of olive in the country. Technical publication No: 66, Agricultural Education Publishing House. Karaj, Iran
61- The International Olive Oil Council. Available online: http://www.internationalolive -oil.org / (accessed on 18 April 2016).
62- Torkashvand A.M., Ahmadi A., Nikravesh N.L. 2017. Prediction of kiwifruit firmness using fruit mineral nutrient concentration by artificial neural network (ANN) and multiple linear regressions (MLR). Journal of Integrative Agriculture, 16, 1634–1644.
63- Touzani A. 1999. Olive farming and the environment. Proc. Of IOOC, Int. Seminar on Genetic Resources, Florence March 1999: 1-12.
64- Tubeileh A., Turkelboom F., Al-Ibrahem A., Thomas R., and Tubeileh. K.S. 2014. Modelling the Effects of Soil Conditions on Olive Productivity in Mediterranean Hilly Areas.International Journal of Agronomy.Volume 2014, Article ID 672123, 12 pages. Hindawi Publishing Corporation .doi:org/10.1155/2014/672123.
65- Velička R., Marcinkevičienė A., Pupalienė R., Butkevičienė L.M, Kosteckas R., Čekanauskas S.,and Kriaučiūnienė Z. 2016. Winter oilseed rape and weed competition in organic farming using non-chemical weed control. Zemdirbyste-Agriculture,103, 11
66- Walkey A., and Black I.A. 1982. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid in soil analysis. 1: Experimental. Soil Sci. 79: 459-465.
67- Wall L., Larocue D., and leger P.M.2007.The early explanatory power of NDVI in crop Yield modeling.International Journal of Remote Sensing, 29:2211-2225.
68- Wang L.G., Qiang Qi.Fu., and Liu Y. 2006. Soybean yield forecast application based on Hopfield ANN model. Am. Sci. 2: 85-89.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.4, Winter 2020, P. 743-755
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۷۵۵-۷۴۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Determination of the Most Important Factors Affecting Yield of Olive (*Olea europaea* L.) Orchards in the North of Iran

A.Ajili Lahiji[1]- A. Mohammadi Torkashvand[2]*- A. Mehnatkesh[3] and Mirnaser Navidi[4]

Received: 31-07-2019
Accepted: 23-10-2019

Introduction In order to land classification for agricultural and natural resources, the most important criterion and factor is the production or yield of the lands. The best way to evaluate a method is to interact between the yield and potential of the product with the land specification involved in the production. One of the new methods in the land evaluation for different uses is the modeling or simulation of the intended use. Artificial neural networks are one of the new tools that are used today to simulate yield and determine the effective factors in the production of agricultural crops. New land evaluation methods include different modeling techniques, which these new methods, including simulations, are used in land valuation methods to test the ability of models for determining the relationship mentioned. An artificial neural network is one of the techniques that can do nonlinear analysis. It is important to recognize the most important input parameters to the predictive models of olive yield, which are also considered to be effective variables in production. Through the process of sensitivity analysis, valuable information about the sensitivity of the model to its input variables can be provided to the designer and model architect. In north of Iran, in the southern areas of Gilan Province, the most important olive gardens of the country are located in the southern part of the country. Different soil and water, topographical and climatic factors affect the yield of olive orchards.

Materials and Methods Climatic data, soil and water characteristics, topographic characteristics and leaf nutrition elements as input variables and olive yield were used as output models. Twenty-eight factors were selected as the most important factors or variables affecting the yield of olive orchards. These input variables included soil properties: EC, (TNV), organic carbon percentage, available phosphorus, available potassium, clay percentage and silt percentage; irrigation water characteristics including: EC and content of irrigation water; topographic characteristics including: altitude and the slope; the concentration of nutrients in leaves included: nitrogen, phosphorus, potassium, iron and zinc; climatic factors including: sunny hours, evaporation rate, average temperature and olive yield were considered as output of artificial neural network model.

Results and Discussion Using the MATLAB software by artificial neural network, the best structure of this network was obtained for the component of the yield of olive. The trained structure had 28 input nodes in 5 groups and one output node. The number of hidden nodes, 38 nodes and the most appropriate number of repetitive learning based on the test and error, 20 were determined for olive product yield. After determining the best structure of the neural network with a R-test of 80%, using Hill's sensitivity analysis, the model's response to each of the input variables was studied and the most important factors influencing the yield of olive oil were obtained. Based on the results of sensitivity analysis, the most important parameters affecting the yield of olive are content of leaf nitrogen, soil phosphorus, winter evaporation, summer evaporation, average autumn temperature, summer sunshine, leaf potassium, salinity, salinity, and slope, respectively. In general, this study showed that the amount of nitrogen and phosphorous is the most important factor for the production of olives, and then variables that are related to the amount of water in the soil, (summer evaporation, average autumn temperature, summer sunshine), were identified as important. The concentration of potassium, iron and zinc in the leaf as a nutrient element and water and soil salinity from stressors for plants and slope are important topographical factors that affected the amount of soil depth and soil water content as the most important factors in olive crop production.

1 and 2- Ph.D Student and Associate Professor, Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(*-Corresponding Author Email: m.torkashvand54@yahoo.com)
3 -Research Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Charrmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran
4 -Research Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Educationand Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion In brief, the role of micro and macro nutrients and the factors affecting the maintenance of water in the soil and providing moisture for the plant. In addition to nutrients, gardeners should consider soil and water salinity, which is a stressor for plants, as well as slope, which is important topography factor that effective on soil depth and water available and nutrients for plants as the most important factors in olive production.

Keyword: Artificial neural network, Gilan, Olive (*Olea europaea* L.), Modeling, Sensitivity analysis.

www.SID.ir