Arch

مقاله کامل علمی- پژوهشی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره ششم، ۱۳۹۹
۲۲۹-۲۴۱
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.14950.3007

تعیین زمان آبیاری گیاه فلفل قلمی با استفاده از روش کامپیوتری

نگار نوروزی[۱]، *موسی حسام[۲]، خلیل قربانی[۲] و ابوطالب هزارجریبی[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: مشکل کمبود آب از مهم‌ترین مشکلات کشاورزی در ایران است، بنابراین استفاده صحیح و به‌موقع از منابع آبی ضروری است. یکی از استراتژی‌ها در زمینه استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی برنامه‌ریزی آبیاری محصولات کشاورزی است. برنامه‌ریزی آبیاری به معنای مشخص کردن زمان آبیاری و مقدار آب لازم در هر نوبت آبیاری در طول دوره رشد گیاه است. در این پژوهش، به‌منظور تعیین زمان آبیاری از شاخص تغییر رنگ برگ فلفل در اثر کاهش رطوبت خاک استفاده شده است. تاکنون برای مشخص کردن برخی از پارامترهای زراعی از روش سنجش تغییرات رنگ میوه و برگ گیاهان با استفاده از پردازش تصویر دیجیتال پژوهش‌هایی انجام‌گرفته است، ولی برای ارتباط بین رنگ برگ و رطوبت خاک که موضوع این پژوهش هست هیچ سابقه‌ای در دسترس قرار نگرفت؛ بنابراین می‌توان تصور نمود این پژوهش اولین پژوهش در زمینه موضوع فوق است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر تنش آبی بر رنگ برگ گیاه فلفل قلمی، از گلدان‌های پلاستیکی و نشاهای فلفل قلمی دیماز استفاده گردید. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل رنگ برگ گیاه و رطوبت خاک بودند. روزانه از برگ‌ها عکس‌برداری به عمل آمد و درنهایت آنالیز رنگ برگ‌ها توسط برنامه فتوشاپ ۲۰۱۵ انجام و از سیستم رنگی LAB استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی، با پنج تیمار شامل تنش رطوبتی ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد، آبیاری کامل و تیمار بدون آبیاری در چهار تکرار به‌منظور برنامه‌ریزی آبیاری انجام شد. (تیمار بدون آبیاری به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد.) تنش آبی طی دوره رشد گیاه از زمان استقرار نشاءها (سه هفته پس از نشاکاری) تا زمان برداشت محصول به مدت ۵۲ روز به تیمارها اعمال شد.

نتیجه‌گیری: سیستم رنگی LAB با ضریب همبستگی بالاتر از ۹۴ درصد می‌تواند به‌عنوان یک سیستم کارآمد در بررسی تغییرات رنگی برگ و تعیین زمان آبیاری به‌کاربرده شود. از مزایای این روش، می‌توان به حجم عملیات محاسباتی مناسب و دقت بالای نتایج آن اشاره نمود. بالا بردن دقت در این روش و بررسی امکان کاربردی کردن آن

* مسئول مکاتبه: mhesam@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز به پژوهش‌های بیش‌تر دارد و سادگی و درعین‌حال هزینه پایین این روش می‌تواند عامل توجیه‌کننده خوبی در ادامه بررسی‌ها و استفاده از آن محسوب شود. به‌طورقطع، با توسعه پژوهش‌ها در سیستم پیشنهادی اعم از به‌کارگیری تجهیزات آزمایشگاهی و نیز روش‌های عددی دقیق‌تر می‌توان به نتایج قابل‌قبولی در زمینه تخمین زمان دقیق آبیاری دست یافت. از طرفی از سه مدل درختی QUEST، C5 و CHAID که الگوریتم‌های درخت تصمیم هستند، جهت پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی خاک استفاده شد. نتایج حاصله نشان داد که مدل درختی C5 دقت بالاتری نسبت به مدل‌های دیگر دارد و دقت پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی خاک توسط این مدل برای سیستم LAB، ٨٦ درصد است.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که به‌طورکلی با تغییر رطوبت خاک، تغییراتی در بازتاب طبیعی رنگ برگ گیاه ایجاد می‌شود و هرچه رطوبت خاک کم‌تر شود، رنگ برگ تیره‌تر می‌گردد و این تغییرات بر المان‌های سیستم رنگی *lab* تأثیر می‌گذارد.

واژه‌های کلیدی: زمان آبیاری، گیاه فلفل قلمی، رنگ‌سنجی، LAB نرم‌افزار فتوشاپ، پردازش رنگ تصاویر دیجیتالی

مقدمه

خشکی و خشک‌سالی از مهم‌ترین مشکلات و موانع تولید محصولات کشاورزی در جهان محسوب می‌شود و ایران، یکی از کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان است که همواره با محدودیت آب روبرو بوده است. بنابراین استفاده صحیح و به‌موقع از منابع آبی، امری اجتناب‌ناپذیر به‌نظر می‌رسد. پژوهش‌ها نشان داده است که میزان آبی که در مزارع و باغ‌های کشور مصرف می‌شود، بیش‌تر از حد موردنیاز بوده که نه‌تنها خسارت غیرقابل جبرانی به منابع آبی وارد نموده، بلکه میزان تولید محصولات نیز قابل‌قبول نبوده است. از دیگر معایب استفاده بی‌رویه از آب آبیاری، افزایش هزینه‌های تولید محصول است. بنابراین میزان مصرف آب آبیاری باید به‌اندازه‌ای باشد که هم کمیت و کیفیت محصول تولیدی در حد مطلوب باشد، هم هزینه‌های تحمیل‌شده به کشاورزان برای تولید محصول کم شود. اگر آبیاری به‌اندازه و به‌موقع انجام شود، اهداف فوق نیز تأمین می‌گردد. آبیاری به‌اندازه و به‌موقع را برنامه‌ریزی آبیاری نام‌گذاری کرده‌اند. در برنامه‌ریزی آبیاری تعیین زمان آبیاری بسیار اهمیت دارد. چندین روش برای تعیین زمان آبیاری وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: شاخص‌های مربوط به خاک، روش بیلان آبی و شاخص‌های مربوط به گیاه (۱). برنامه‌ریزی با استفاده از شاخص‌های گیاهی، روشی مستقیم برای تعیین زمان آبیاری است و اولین هدف آبیاری، تأمین آب موردنیاز گیاه در زمان احتیاج است. بنابراین تعیین رابطه بین پارامترهای گیاهی و رطوبت موجود در خاک، برای تعیین مقدار آب لازم در هر آبیاری ضروری است (۱). تاکنون پژوهشگران زیادی با استفاده از نمایه‌های گیاهی زمان آبیاری را تعیین نمودند که برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد. مانتیت و همکاران (١٩٦٢) نشان دادند که دماسنج مادون‌قرمز[1] برای اندازه‌گیری دمای پوشش گیاهی می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد (۷). تانر (١٩٦٨) بیان نمود دمای پوشش گیاهی به‌دلیل حساسیت آن به مقدار آب در برگ شاخص مناسبی برای ارزیابی تنش رطوبتی است و با دماسنج مادون‌قرمز به‌طور دقیق قابل‌اندازه‌گیری است (١٤). گتس و همکاران (١٩٦٤)

1- Infrared termometer

www.SID.ir

Archive of SID

دمای پوشش گیاهی را به‌عنوان شاخصی برای تعیین میزان آب قابل‌استفاده خاک معرفی نمودند (۳). ریچی (۱۹۷۲) بیان نمود که اختلاف دما بین گیاهی که تحت تنش قرارگرفته در مقایسه با گیاهی که تنشی را متحمل نشده است می‌تواند وضعیت کمبود رطوبتی خاک را تشریح نماید (۱۰). اسکات (۱۹۸۰) بیان نمود که روزنه‌های گیاهانی که تحت تنش رطوبتی قرار می‌گیرند بسته شده بنابراین انرژی تشعشعی دریافت شده به‌جای این‌که صرف تعرق گردد، صرف افزایش دمای برگ می‌گردد (۱۱). شارات (۱۹۸۳) بیان داشت که هرچه رطوبت خاکی کم‌تر باشد پتانسیل آب برگ آن نیز کم‌تر و درنتیجه مقدار تبخیروتعرق آن کم‌تر شده و به همین خاطر دمای برگ افزایش می‌یابد (۱۲). دیاز و همکاران (۱۹۸۳) شاخص دمای پوشش گیاهی را یکی از روش‌های تعیین زمان و نیاز واقعی آبیاری بیان کردند (۲). کرکهام (۱۹۸۳) بیان کرد که دمای گیاه و تنش آبی با یکدیگر ارتباط دارند، زیرا اگر گیاه خوب آبیاری شود تعرق باعث خنک شدن گیاه می‌شود (٤). اما گیاهی که تحت تنش رطوبتی باشد میزان تعرق کاهش یافته در نتیجه دمای پوشش گیاهی افزایش می‌یابد.

یکی از شاخص‌های قابل‌اندازه‌گیری و بررسی در خصوص کمبود آب در گیاه شاخص رنگ برگ است که در این مطالعه برای اولین بار از این نمایه جهت تعیین زمان آبیاری استفاده گردید. وقتی گیاهی تحت تنش آبی قرار می‌گیرد، تعدادی از برگ‌های جوان که سبز روشن هستند، به رنگ تاریک‌تر (معمولاً به سبز مایل به آبی) و گاهی مایل به خاکستری و تیره درمی‌آیند (۲ و ٤). درواقع از همان لحظه که رنگ گیاه تغییر می‌کند، به آبیار اعلام‌خطر می‌نماید که روزهای کمی تا آغاز پژمردگی باقی‌مانده است. تاکنون پژوهش‌های جامعی با استفاده از مکانیسم سنجش رنگ از طریق متدهای کامپیوتری، در شاخه‌های مختلف علوم کشاورزی در ایران و جهان صورت گرفته که به برخی از این پژوهش‌ها اشاره می‌گردد. اسچرونز و همکاران (۱۹۹۲)، به بررسی خصوصیات رنگ سیب با استفاده از پردازش تصویر دیجیتال در سیستم RGB[1] پرداختند. آن‌ها با بررسی تغییرات رنگ سیب از مسیر سبز به زرد و قرمز دریافتند که سطح R بالاتر، ارتباط با زردی در طول فرایند رسیدن دارد (١٤). ژانگ و همکاران (۲۰۰۳)، با آنالیز تصاویر دیجیتال در سیستم RGB، به بررسی اثر واریته‌های مختلف و شرایط انبار، روی تغییرات رنگ کاسنی پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تغییر دمای شرایط انبار، اغلب به رنگ قرمز و قهوه‌ای زیاد منجر می‌شود. بنابراین اجتناب از تغییر درجه حرارت، در طول شرایط انبار معقول است (۱۷). وب بک و همکاران (۱۹۹۵)، به بررسی شاخص رنگ جهت شناسایی علف‌های هرز در خاک و در شرایط مختلف نور در سیستم RGB پرداختند. برای تشخیص مواد زنده گیاهی از یک پس‌زمینه غیربوته‌ای، چند شاخص مختصات رنگی موردمطالعه قرار گرفت و این شاخص‌ها به‌خوبی برای هر دو حالت سایه و شرایط روشن آفتابی نتیجه داد و می‌تواند جهت طراحی حس‌گر و تشخیص علف‌های هرز جهت کنترل نقطه پاشش استفاده شود. با توجه به بررسی‌های انجام شده در زمینه استفاده از متدهای کامپیوتری می‌توان گفت استفاده از سیستم‌های رنگی در شاخه‌های مختلف علوم کشاورزی همواره با نتایج مطلوبی همراه بوده است (۱۵). بنابراین در این مطالعه از این متدها جهت تعیین زمان آبیاری استفاده گردید. هدف این پژوهش به‌اختصار پیدا کردن رابطه‌ای بین تغییر رنگ برگ با رطوبت خاک است.

1- Red-Green-Blue

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۵ در فضای باز و مسقف محوطه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در قالب طرح کاملاً تصادفی، با پنج تیمار شامل تنش رطوبتی ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد، آبیاری کامل و تیمار بدون آبیاری در چهار تکرار به‌منظور برنامه‌ریزی آبیاری انجام شد. در این پژوهش از گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۱۵ و قطر ۲۰ سانتی‌متر حاوی ترکیبات خاک، کود حیوانی و خاک اره استفاده گردید. برای کشت این گیاه از نشاء استفاده شده است، جهت استقرار نشاء در داخل گلدان‌ها، به تمام گلدان‌ها به مقدار مساوی آب داده شد. زمان اعمال تیمارهای آبیاری پس از استقرار نشاءها (سه هفته پس از نشاکاری) تا زمان برداشت محصول به‌مدت ۵۲ روز بود. بافت خاک گلدان‌ها، لومی و در رده خاک‌های میان‌بافتی می‌باشد. قابلیت نفوذ آن در حد متوسط و دارای زهکشی طبیعی خوبی است. اسیدیه خاک گلدان از ۷/۸ تا ۸/۷ متغیر و هدایت الکتریکی از ٦/٤٢ دسی‌زیمنس بر متر کم‌تر بود. شاخص‌های رطوبتی خاک مورداستفاده شامل رطوبت در حد اشباع، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک از روش‌های معمول موردمحاسبه قرار گرفت که مقادیر آن آورده شده است (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات خاک استفاده‌شده در پژوهش.

Table 1. Soil characteristics used in the research.

بافت خاک Soil Texture	رطوبت نقطه ظرفیت زراعی (درصد حجمی) FC (Percentage of volume)	رطوبت نقطه پژمردگی (درصد حجمی) PWP (Percentage of volume)	رطوبت اشباع (درصد حجمی) Percentage of saturated moisture	جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب) Soil-specific mass (gram per cubic centimeter)
لومی Loamy soil	35%	12%	45%	1.3

رطوبت خاک برای همه تیمارها به‌صورت روزانه، به روش وزنی اندازه‌گیری گردید. گیاه موردمطالعه فلفل قلمی سبز دیماز بود. نیاز آبی فلفل در حدود ٤۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر در هر دوره زراعی است، به‌طوری‌که رطوبت کم باعث ریزش گل و رطوبت زیاد باعث ریزش برگ می‌شود (١٦). در این پژوهش برای محاسبه تبخیر تعرق از تشت تبخیر کلاس A که در کنار گلدان‌ها نصب گردیده بود استفاده گردید به‌طوری‌که تبخیر آب، مستقیماً با اندازه‌گیری کاهش ارتفاع آب از داخل این تشت و با اعمال ضرایب مربوط به تشت و مقدار kc فلفل به‌صورت روزانه به‌دست آمد. حجم آب آبیاری کامل برابر است با حاصل‌ضرب تبخیر تعرق واقعی گیاه در مساحت گلدان. هم‌چنین ضرایب تنش‌های در نظر گرفته شده اعمال گردید، مثلاً اگر تنش ۳۰٪ نیاز آبی بود، حجم آب آبیاری در ۰/۷ ضرب گردید. برای عکس برداری از برگ‌ها و نمونه‌ها از یک دوربین دیجیتالی ساخت ژاپن مدل سونی[1] استفاده شد. برای این منظور دوربین (٦ مگاپیکسل) در حالت کیفیت تصویر بدون نور فلاش در نور کم و کاهش تاری تنظیم شد. فاصله دوربین از سطح نمونه ۲۵ سانتی‌متر تنظیم گردید. زاویه بین لنز دوربین و محور منبع نوری، حدود ٤۵ درجه بود تا نور منعکس‌شده به دوربین از منبع نوری نباشد و از سطح نمونه برگ دریافت شده باشد، زیرا رنگ نمونه برگ به قسمتی از طیف منعکس‌شده از

1- SONY (DSC-W30)

www.SID.ir

Archive of SID

منبع نوری بستگی دارد. در حین عکس‌برداری یک کاغذ سفید پشت هر برگ گذاشته شد تا رنگ سفید کاغذ را مبنا قرار داده و به‌این‌ترتیب شرایط نوری در همه روزها ثابت باشد. عکس‌برداری‌ها در ساعت ۱۲ ظهر هر روز انجام شد، زیرا حداکثر تنش در این ساعت اتفاق می‌افتد. درنهایت عکس‌ها به کامپیوتر منتقل شد و از نرم‌افزار فتوشاپ ۲۰۱۵ که نرم‌افزار استانداردی است، برای آنالیز رنگ در سیستم LAB استفاده گردید. نحوه اندازه‌گیری رنگ به این صورت بود که محیط برگ با استفاده از مجنتیک لازو تول[1] انتخاب و از طریق گزینه فیلتر- بلور- اوریج[2]، میانگین رنگ تمام پیکسل‌های آن گرفته شد، سپس با کالرپیکر[3] پارامترهای رنگی آن از سیستم‌های رنگی موردنظر استخراج گردید. فتوشاپ برای تصاویر رنگی، مقدار شدتی به هر پیکسل اختصاص می‌دهد که بسته به هر سیستم رنگی محدوده آن متفاوت است. مثلاً برای سیستم LAB مقادیر L از (۰) مشکی تا (۱۰۰) سفید، مقادیر A از (۱۲۰) قرمز تا (۱۲۰-) سبز و مقادیر B از (۱۲۰) زرد تا (۱۲۰-) آبی گسترده شده است. ازآنجاکه ممکن بود برگ‌های مختلف این گیاه رنگ‌های مختلفی داشته باشد، بنابراین این مسأله هم موردتوجه قرار گرفت و اندازه‌گیری‌ها از برگ‌های مختلف صورت گرفت. در اندازه‌گیری رنگ، برای هر تیمار چهار عکس از چهار برگ یک گیاه انجام شد. روش‌هایی که در حال حاضر جهت اندازه‌گیری رنگ مرسوم است، استفاده از سیستم‌های رنگی می‌باشد. در این مطالعه از سیستم رنگی LAB استفاده گردید که در زیر به معرفی آن پرداخته می‌شود (۸).

در این پژوهش به‌منظور پیدا کردن بهترین مدل جهت پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی خاک با کمک پارامترهای رنگی برگ در سیستم LAB از الگوریتم‌های درخت تصمیم استفاده گردید. منظور از کلاس‌های رطوبتی خاک همان تیمارهای ٪۱۰، ٪۳۰، ٪۵۰، FC و تیمار بدون آبیاری است.

در این سیستم رنگ‌ها با سه پارامتر مشخص می‌شوند که عبارت‌اند از: ۱- میزان درخشندگی[4] که با L مشخص می‌شود که مقدار آن بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است، رنگ مشکی وقتی پدید می‌آید که مقدار درخشندگی (یعنی L) صفر باشد و رنگ سفید وقتی پدید می‌آید که میزان درخشندگی صد باشد. ۲- میزان رنگ از سبز به قرمز که با a مشخص می‌شود که مقدار آن از ۱۲۰- تا ۱۲۰ متغیر است. مقادیر مثبت نشان‌دهنده رنگ قرمز و مقادیر منفی نشان‌دهنده رنگ سبز است. ۳- میزان رنگ از آبی به زرد که با b مشخص می‌شود که مقدار آن از ۱۲۰- تا ۱۲۰ متغیر است و مقادیر مثبت نشان‌دهنده رنگ زرد و مقادیر منفی نشان‌دهنده رنگ آبی است (۸).

درخت‌های تصمیم روشی برای نمایش یک سری از قوانین هستند که منتهی به یک رده یا مقدار می‌شوند. درخت‌های تصمیم از طریق جداسازی متوالی داده‌ها به گروه‌های مجزا ساخته می‌شوند و هدف در این فرآیند افزایش فاصله بین گروه‌ها در هر جداسازی است. ساختار یک سیستم درختی شامل ریشه، گره‌های داخلی و برگ است. ساختار برگ در طبقه‌بندی داده‌های ناشناخته استفاده می‌شود. برای ارزیابی صفتی که توسعه درخت با کمک آن انجام می‌شود از روش ناخالصی نسبت افزایش استفاده می‌شود (۱٤). برگ‌های درخت برچسب‌های کلاسی که اقلام داده در آن گروه‌بندی شده‌اند را می‌سازند. فن طبقه‌بندی تصمیم درختی در دو فاز اجرا می‌شود: ساختن درخت و هرس کردن درخت. ساختن درخت از بالا به پائین انجام می‌شود و در طول این فاز است که درخت به‌صورت بازگشتی همه اقلام داده‌های

1- Magentic Lasso Tool
2- Filter-Blur-Average
3- Color Picker

1- Luminance

www.SID.ir

Archive of SID

متعلق به برچسب کلاس یکسان را افراز می‌کند اما هرس کردن درخت با روش از پائین به بالا دقت پیش‌بینی و طبقه‌بندی را بهبود می‌بخشد. برای این کار سعی می‌شود میزان برازش بیش‌ازحد را در مرحله آموزشی مینیمم نمود. نویزها در درخت تصمیم باعث خطای بد طبقه‌بندی شدن می‌شود. مدل‌های مختلفی از درخت تصمیم در داده‌کاوی به‌کار می‌روند که می‌توان به روش‌های CHAID، C&RT، EXHUSTIVE CHAID، C5 و QUEST اشاره کرد (٦ و ٧).

در این مطالعه برای تحلیل آماری معنی‌داری اثر تنش بر طیف‌های رنگی از آزمون آنالیز واریانس و برای مقایسه میانگین با نرم‌افزار SPSS (نسخه ١٦) استفاده گردید. تمام داده‌ها حاصل از نتایج چهار تکرار است. تفاوت معنی‌داری، بین عوامل اندازه‌گیری شده با آنالیز واریانس یک‌طرفه، با حدود اطمینان ۹۵ درصد و مقایسه میانگین‌ها انجام گردید و نتایج مربوط به مقایسه به‌صورت جدول نشان داده شده است. در بحث ارزیابی درخت تصمیم از ماتریس تطابق خطا استفاده شد به‌طوری‌که جدولی تهیه و تعداد کلاس‌های درست طبقه‌بندی‌شده را در مقابل تعداد کلاس‌های نادرست طبقه‌بندی‌شده نشان داده شد و صحت پیش‌بینی بر اساس نسبت نمونه‌های درست پیش‌بینی‌شده به کل نمونه‌ها به‌دست آمد.

نتایج و بحث

در ابتدا به‌منظور پی بردن به وجود یا عدم وجود ارتباط بین رطوبت خاک با مؤلفه‌های رنگی برگ، محاسبات رگرسیونی میان رطوبت خاک تیمار بدون آبیاری و هریک از پارامترهای A، L و B برگ انجام شد. برای این منظور هریک از این پارامترها (محور y) در مقابل رطوبت تیمار بدون آبیاری (محور x) رسم گردیدند و ضریب همبستگی آن‌ها موردمحاسبه قرار گرفت و نتایج نشان داد که رگرسیون لگاریتمی بالاترین درجه همبستگی را دارد و به همین خاطر مبنای محاسبات و بررسی‌ها در این پژوهش قرار گرفت. سپس بین تمام تیمارها مقایسه‌ای صورت گرفت و طی آن تغییرات رطوبتی و پارامترهای رنگی برگ در سه دهه اول به‌صورت دوره‌های زمانی ده‌روزه موردبررسی قرار گرفتند تا مشخص شود تغییرات رنگی برگ در موقعیت‌های زمانی مختلف و در تیمارهای مختلف به چه صورت است (جدول ۲).

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین رطوبت و پارامترهای رنگی برگ در سیستم LAB در همه تیمارها.

Table 2. Coefficients of correlations between moisture and leaf color parameters in LAB system in all treatments.

پارامترهای رنگ Color parameters	دهه اول First decade	دهه دوم Second decade	دهه سوم Third decade
L	0.9	0.95	0.92
A	0.9	0.94	0.92
B	0.9	0.92	0.91
LAB	0.9	0.95	0.92

محاسبات رگرسیونی صورت گرفته نشان داد که ضرایب همبستگی در این سیستم بین ۰/۹ تا ۰/۹۵ بوده و بیش‌ترین همبستگی با اختلاف ناچیزی در دهه دوم اتفاق افتاد و در این دهه مقادیر پارامترهای L، A، B، و LAB به‌ترتیب ۰/۹۵، ۰/۹٤، ۰/۹۲ و ۰/۹۵ است. می‌توان نتیجه گرفت تغییرات رنگ‌دانه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

برگ ناشی از تنش‌های رطوبتی در دهه دوم نسبت به دو دهه دیگر همبستگی بیش‌تری با رطوبت خاک دارد و دلیل آن کاهش آب برگ در این دهه و شروع تنش رطوبتی گیاه است که در این محدوده اتفاق می‌افتد، البته لازم به ذکر است که تغییرات رطوبتی برگ نسبت به تغییر رطوبتی خاک مقداری با تأخیر رخ می‌دهد. یعنی ممکن است زمان آبیاری در اواخر دهه اول باشد. در مرحله بعد ارزیابی پارامترهای رنگی برگ این بار در تیمار بدون آبیاری و طی ۵۲ روز متوالی در سیستم LAB صورت گرفت و پس از بررسی دقیق نتایج حاصل از رگرسیون نشان داد ضرایب همبستگی بین ۰/۹٤ تا ۰/۹۷ بوده و بیش‌ترین همبستگی بین پارامترهای رنگی برگ فلفل و رطوبت خاک در این سیستم برای پارامترهای L و B با مقدار ۰/۹۷ اتفاق می‌افتد (جدول ۳).

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین رطوبت و پارامترهای رنگی در سیستم LAB تیمار بدون آبیاری.

Table 3. Coefficients of correlations between humidity and color parameters in LAB system of treatment without irrigation.

پارامتر Parameter	ضریب رگرسیون The regression coefficient
L	0.97
A	0.94
B	0.97
LAB	0.95

در نهایت با استفاده از آزمون آنالیز واریانس مقایسه‌ای بین پارامترهای مختلف سیستم رنگی LAB در چهار تکرار صورت گرفت تا مشخص شود کدام پارامتر وابستگی بیش‌تری به رطوبت دارد (جدول ٤).

جدول ٤- مقایسه بین پارامترهای رنگی برگ در سیستم رنگی LAB با استفاده از آنالیز واریانس.

Table 4. Comparison between leaf color parameters in LAB color system using variance analysis.

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	24	2	12	29.07	0.151
Within Groups	46	9	5.111	2.348	
Total	70	11			

همان‌طور که ملاحظه می‌شود sig در قسمت بین گروه‌ها از عدد ۰/۰۵ بزرگ‌تر است. پس می‌توان نتیجه گرفت میانگین‌های هر سه پارامتر و هر چهار تکرار در یک گروه قرار دارند و بین میانگین پارامترهای این سیستم اختلافی وجود ندارد. ضرایب همبستگی در هر سه پارامتر بسیار بالا و نزدیک به هم است.

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین زمان آبیاری با استفاده از نمایه رنگ برگ در سیستم‌های رنگی: گیاه فلفل به تنش آبی حساس بوده و تخلیه مجاز رطوبتی برای آن ۳۰ درصد می‌باشد (MAD=٪۳۰). از طرفی خاک مورد آزمایش خاک لوم بوده که میزان رطوبت آن در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به‌ترتیب ۳۵ و ۱۲ درصد است، بنابراین هرگاه رطوبت خاک حدود ۲۸ درصد باشد، گیاه فلفل در خاک لوم نیاز به آبیاری خواهد داشت. در جدول ۵ مقادیر هرکدام از پارامترهای رنگی سیستم LAB در روزهای مختلف پس از آبیاری در نمونه شاهد ارائه شده است. در جدول زیر روز هفتم رطوبت به حدود ۲۸ درصد می‌رسد، یعنی زمان آبیاری فلفل می‌باشد. در این حالت مقادیر L و B که با کاهش رطوبت روند کاهشی دارند، به‌ترتیب برابر با ۳٦ و ٦۱ است، یعنی مادامی‌که این پارامترها بیش‌تر از این مقدار باشد، هنوز زمان آبیاری نرسیده و زمانی که این مقادیر کم‌تر از این مقدار گردد، دلالت بر تأخیر آبیاری خواهد داشت. هم‌چنین در رطوبت ۲۸ درصد مقدار A که با کاهش رطوبت روند افزایشی دارد ۱۷- می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۵- تعیین مقادیر پارامترهای LAB در درصد رطوبت‌های مختلف خاک.

Table 5. Determining the values of LAB parameters in different soil moisture percentages.

روزهای آبیاری Irrigation days	رطوبت Moisture	L	A	B	LAB
1	35.3	68	-22	45	30.3
2	33.02	67	-21	41	29
3	30.3	66	-20	39	28.5
4	29.6	66	-19	38	28.3
5	29.1	65	-19	37	27.6
6	28.4	64	-19	37	27.3
7	28.1	61	-17	36	26.6
8	27.1	61	-16	32	25.5
درجه همبستگی Degree of correlation		0.97	0.94	0.97	0.92

از طرفی به‌منظور پیدا کردن بهترین مدل جهت پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی خاک با کمک پارامترهای رنگی برگ در سیستم LAB از الگوریتم‌های درخت تصمیم استفاده گردید. منظور از کلاس‌های رطوبتی خاک همان تیمارهای ۱۰٪، ۳۰٪، ۵۰٪، FC و تیمار بدون آبیاری می‌باشد. در ابتدا مدل درختی C5 اجرا گردید و نتایج به‌صورت ماتریس خطا آورده شده است. عناصر قطری در این ماتریس بیانگر تعداد کلاس‌هایی هستند که به‌طور صحیح پیش‌بینی شده‌اند و در مقابل المان‌های غیرقطبی بیانگر کلاس‌هایی هستند که به‌طور صحیح پیش‌بینی نشده‌اند (۲). این ماتریس نشان می‌دهد بیش‌ترین خطای مشاهده شده مربوط به کلاس رطوبتی T30 (۳۰٪ تنش) است که در ۷ مورد اشتباها T10 پیش‌بینی شده است. به نظر می‌رسد مدل به خوبی قادر به تفکیک این ۲ کلاس از یکدیگر نیست و دلیل آن می‌تواند نزدیک بودن مقادیر تنش رطوبتی T30 به تیمار T10 باشد. هم‌چنین کم‌ترین خطا در این ماتریس مربوط به کلاس رطوبتی TPWP است که مدل در این مورد خطایی نداشته و ۱۰۰٪ به درستی پیش‌بینی کرده است (جدول ٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- ماتریس خطا جهت ارزیابی دقت مدل C5 درختی در سیستم رنگی LAB.

Table 6. Error matrix to evaluate the accuracy of tree C5 model in LAB color system.

	TFC	TPWP	T10	T30	T50	صحت پیش‌بینی Predictability
TFC	39	0	4	5	2	39/50*100=78%
TPWP	0	50	0	0	0	50/50*100=100%
T10	3	1	45	1	0	45/50*100=90%
T30	4	0	7	36	3	36/50*100=72%
T50	2	2	0	1	45	45/50*100=90%

سپس مدل CHAID اجرا شد و نتایج به‌صورت ماتریس خطا آورده شده است. این ماتریس نشان می‌دهد بیش‌ترین خطای مشاهده شده مربوط به کلاس رطوبتی T10 است که در ٣٦ مورد اشتباهاً T30 پیش‌بینی شده است. به‌نظر می‌رسد مدل به خوبی قادر به تفکیک این دو کلاس نیست و دلیل آن می‌تواند نزدیک بودن مقدار تنش رطوبتی این دو تیمار باشد. هم‌چنین کم‌ترین خطا در این ماتریس مربوط به کلاس رطوبتی تیمار TPWP است که مدل در ٣ مورد آن را به اشتباه TFC پیش‌بینی کرده است (جدول ٧).

جدول ٧- جدول ماتریس خطا جهت ارزیابی دقت مدل CHAID درختی در سیستم رنگی LAB.

Table 7. Error matrix table to evaluate the accuracy of tree CHAID model in LAB color system.

پیش‌بینی شده Predicted	TFC	TPWP	T10 مشاهداتی Observations	T30	T50	صحت پیش‌بینی Predictability
TFC	19	1	0	30	0	19/50*100=38%
TPWP	3	47	0	0	0	47/50*100=94%
T10	11	1	2	36	0	2/50*100=4%
T30	10	0	1	39	0	39/50*100=78%
T50	8	3	0	32	7	7/50*100=14%

بعد از آن مدل QUEST اجرا شد. ماتریس خطای QUEST آورده شده است. این ماتریس نشان می‌دهد بیش‌ترین خطای مشاهده شده مربوط به کلاس‌های رطوبتی T10، T30 و T50 است که در تمامی موارد اشتباه پیش‌بینی شده است. به‌نظر می‌رسد این مدل به خوبی قادر به تفکیک کلاس‌ها نیست. هم‌چنین کم‌ترین خطا در این ماتریس مربوط به کلاس رطوبتی تیمار شاهد (TPWP) است که مدل در ٤ مورد آن را به اشتباه TFC پیش‌بینی کرده است (جدول ٨).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- ماتریس خطا جهت ارزیابی دقت مدل QUEST درختی در سیستم رنگی LAB.

Table 8. Error matrix to evaluate the accuracy of tree QUEST model in LAB color system.

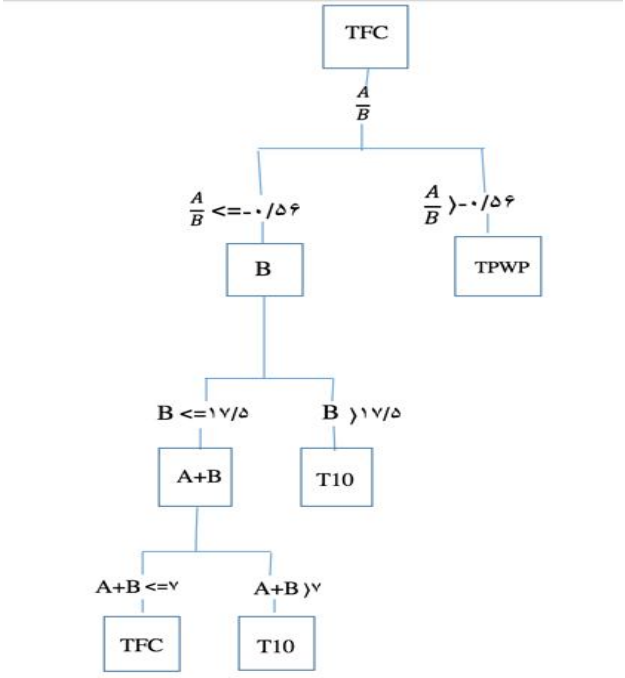
پیش‌بینی شده Predicted	TFC Observations	TPWP مشاهداتی	صحت پیش‌بینی Predictability
TFC	42	8	42/50*100=84%
TPWP	4	46	46/50*100=92%
T10	38	12	0%
T30	42	8	0%
T50	33	17	0%

در نهایت مقایسه‌ای بین مدل‌ها در سیستم رنگی LAB صورت گرفت. نتایج این مقایسه نشان می‌دهد در سیستم رنگی LAB مدل درختی C5 با دقت بالاتری نسبت به ۲ مدل دیگر قادر به پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی می‌باشد. (۸٦٪) به‌نظر می‌رسد مدل QUEST قادر نیست به خوبی کلاس‌های رطوبتی خاک را در سیستم LAB پیش‌بینی کند (جدول ۹).

جدول ۹- صحت پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف درخت تصمیم در سیستم رنگی LAB.

Table 9. Accuracy of moisture class prediction using different decision tree algorithms in LAB color system.

QUEST	CHAID	C5	SYSTEM
35.2	45.6	86	LAB



شکل ۱- مدل درختی C5 با استفاده از پارامترهای رنگی سیستم LAB.

Figure 1. 5C tree model using LAB system color parameters.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

هدف اصلی از این پروژه بررسی ارتباط بین رنگ برگ و محتوای رطوبتی خاک در گیاه فلفل بود. برای بررسی این هدف با استفاده از یک دوربین عکس‌برداری با شرایط کنترل شده (نور، محل دوربین، فاصله تا نمونه، زاویه بین دوربین و نمونه) و نرم‌افزار فتوشاپ ارزیابی پارامترهای رنگی برگ در سیستم LAB ابتدا به‌صورت پارامتر و سپس به‌صورت میانگین تمام پارامترها در سه دهه اول بین همه تیمارها و سپس در تیمار بدون آبیاری صورت گرفت و پس از بررسی دقیق نتایج حاصل نشان داد ضرایب همبستگی بین ۰/۹ تا ۰/۹۷ بوده و این نشان می‌دهد سیستم رنگی LAB می‌تواند به‌عنوان یک سیستم کارآمد در بررسی تغییرات رنگی برگ و تعیین زمان آبیاری به‌کاربرده شود. از طرفی از سه مدل درختی C5، QUEST و CHAID که الگوریتم‌های درخت تصمیم هستند، جهت پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی خاک استفاده شد و نتایج حاصله نشان داد که مدل درختی C5 دقت بالاتری نسبت به مدل‌های دیگر دارد و سیستم LAB با دقت ۸۶ درصد قادر به پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی خاک می‌باشد. بالا بردن دقت در این روش و بررسی امکان کاربردی کردن آن نیاز به پژوهش‌های بیش‌تر دارد و سادگی و درعین‌حال هزینه پایین این روش می‌تواند عامل توجیه‌کننده خوبی در ادامه بررسی‌ها و استفاده از آن محسوب شود. در کل می‌توان گفت به نظر می‌رسد که با توسعه پژوهش‌ها در سیستم پیشنهادی بتوان به نتایج خوبی در این زمینه رسید.

تقدیر و تشکر

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌خاطر فراهم آوردن شرایط برای انجام این پایان‌نامه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

داده‌ها و اطلاعات

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه خانم نگار نوروزی با عنوان "استفاده از نمایه گیاهی در تعیین زمان آبیاری" می‌باشد و تمامی مراحل اجرای ان در گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شده است.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافعی بین نویسندگان و دیگر پژوهشگران وجود ندارد و این موضوع مورد تأیید همه نویسندگان می‌باشد.

منابع

1. Alizadeh, A. 2000. The relationship between water and soil and plants, Ferdowsi University of Mashhad, 2th editin. 470p. (In Persian)
2. Diaz, R.A. et al., 1983. Evapotranpiration and yield estimation of spring wheat from conopy temperature. Agron. J. 75: 5. 805-810.
3. Gates, D.M. 1964. Leaf temperature and transpiration. Agron. J. 56: 3. 273-277.
4. Kirhkham, M.B. et al., 1983. Canopy temperature and growth of differentially irrigated alfalfa. Agric. Meteorol. J. 29: 4. 235-246.
5. Loh, W., and Shih, Y. 1997. Split selection methods for classification trees. Statistica Sinica J. 7: 4. 815-840.
6. Mehta, M., Rissannen, J., and Agrawal, R. 1995. MDL Based Decision Tree Pruning. The first international conference on knowledge discovery and data mining (KDD). Pp: 216-221.
7. Monteith, J.L. 1962. Radioative temperature in the heat balance of natural surfaces. Q.J.R Meteorol. Sci. J. 88: 378. 496-507.
8. Mossadeghi Rad, M. 2015, Technology and Workshop, 2th editin, Ministry of Education Publications, 128p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

9.Quinlan, J.R. 1993. C4.5: Programs for machine learning, Morgan Kaufmann, San M ateo, California. Pp: 235-240.
10.Ritchie, J.T. 1972. Model for predicding evaporation from a row crop with incomplete cover. Water Res. J. 8: 5. 1204-1213.
11.Scott, N.A., and Hanson, A.D. 1980. Betaine synthesis from radioactive precursors in attached, water stressed barley leaves. Plant Physiol. J. 66: 2. 342-348.
12.Sharrat, B.S. et al., 1983. Relationship between leaf water potential, canopy temperature and evapotranspiration in irrigated and nonirrigated alfalfa. Agron J. 75: 3. 891-894.
13.Schrevens, E., and Raeymaeckers, L. 1992. Colour characterization of golden delicious apples. Inter. Soc. Hort. Sci. J. 23: 5. 325-333.
14.Tanner, C.B., and Fuchs, M. 1968. Evaporation from unsaturated surface; a generalized combination method. Geophysical. Res. J. 73: 4. 1299-1304.
15.Woebbecke, D.M., Meyer, G.E., Von Bargen, K., and Mortensen, D.A. 1995. Color indices for weed identification under various soil, residue, and lighting conditions. Transactions of the ASAE J. 38: 1. 259-269.
16.Zargari, A. 1996. Medicinal plants, University of Tehran 6th editin. 347p. (In Persian)
17.Zhang, M., De Baerdemaeker, J., and Schrevens, E. 2003. Effects of different varieties and shelf storage conditions of chicory on deteriorative color changes using digital image processing and analysis. Food Res. Inter. J. 36: 7. 669-676.

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Research Full Paper

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(6), 2021
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.14950.3007

Termination of Irrigation time of chili pepper by computer method

N. Norouzi[1], *M. Hesam[2], Kh. Ghorbani[2] and A. Hezarjaribi[2]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 04.17.2018; Accepted: 05.27.2020

Abstract

Background and Objectives: The problem of water scarcity is one of the most important agricultural problems in Iran, therefore proper and timely use of water resources is Necessary. One of the strategies for optimal use of water in agriculture is irrigation planning of agricultural products. Irrigation planning means specifying the irrigation time and amount of water needed at each irrigation time during the plant growth period. In this study, in order to determine the irrigation time, the color change index of pepper leaf due to the decrease in soil moisture was used. So far, some studies have been carried out to determine some of the agronomic parameters of the fruit and leaf color changes using digital image processing, but no evidence is available for the relationship between leaf color and soil moisture subject to this thesis. Therefore, it can be assumed that this research is the first research in this field.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of water stress on leaf color of chili pepper, plastic pots and dimaz chili peppers were used. The measured parameters included plant leaf color and soil moisture. Leaves were photographed daily and finally leaf color analysis was performed using Photoshop and BAL color scheme. The experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments including 10, 30 and 50% water stress, complete irrigation and no irrigation treatment in four replications for irrigation planning. (No irrigation treatment was considered as control treatment). Water stress was applied to the treatments for 52 days during plant growth period from transplanting (three weeks after transplanting) until harvest.

Results: The LAB color system with a correlation coefficient higher than 94% can be used as an efficient system for investigating leaf color changes and determining irrigation time. One of the advantages of this method is its high computational volume and high accuracy of results. Increasing the accuracy of this method and examining its feasibility requires further research, and its simplicity and low cost can be a good justification for continuing its use. Certainly, by developing research on the proposed system, including the use of laboratory equipment and more accurate numerical methods, acceptable results can be obtained in estimating the exact irrigation time. On the other hand, three tree models QUEST, C5 and CHAID, which are decision tree algorithms, were used to predict soil moisture classes. The results showed that the C5 tree model had higher accuracy than other models and the accuracy of prediction of soil moisture classes by this model for the LAB system was 86%.

Conclusion: The findings showed that as a result of soil moisture changes, there is a change in the natural reflection of the leaf color of the plant, and the lower the soil moisture, the darker the leaf color becomes and these changes affect the elements of the lab color system.

Keywords: Chili pepper, Colorimetric, Digital image color processing, Irrigation time, Photoshop software

* Corresponding Author; Email: mhesam@yahoo.com

www.SID.ir

www.SID.ir