

تعیین زمان آبیاری کدوسبز با استفاده از رنگ برگ در سیستم رنگی LAB و بررسی آن توسط مدل درختی C5

سمیرا عابدیان^۱، موسی حسام^{۲*}، خلیل قربانی^۳، نگار نوروزی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۱

چکیده

با توجه به شرایط اقلیمی ایران که یکی از کشورهای خشک و نیمه خشک جهان است، برنامه ریزی آبیاری یک نوع عملیات مدیریتی برای تعیین صحیح زمان آبیاری می باشد. یکی از روش های سریع و دقیق تعیین زمان آبیاری استفاده از نمایه های گیاهی است. این پژوهش با هدف بررسی ارتباط رنگ برگ با کمبود رطوبت خاک توسط سیستم رنگی LAB جهت تعیین زمان آبیاری و مدل سازی تنش های رطوبتی در خاک توسط مدل درختی C5 در گیاه کدو سبز با ۲۰ تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد تا ۱۵ درصد با فاصله های ۵ درصدی و دو تیمار فاقد آبیاری (شاهد) و بیش آبیاری (۱۲۰ درصد) انجام شد. در طی ۲۰ روز متوالی رطوبت وزنی و عکس برداری از برگ ها روزانه صورت گرفت و در نهایت نتایج نشان داد که با کاهش رطوبت، پارامترهای L (میزان شفافیت) و B (آبی - زردی) روندی کاهشی و پارامتر A (سبزی - قرمزی) روندی افزایشی را طی می کند. همچنین زمان آبیاری برای گیاه کدو سبز، روز پنجم در شرایط رنگی $L=68$ ، $A=-19$ و $B=37.3$ تعیین شد. از طرفی استفاده از مدل درختی C5 جهت بررسی و پیش بینی تنش های رطوبتی خاک تحت دو سناریو (با در نظر گرفتن روز و بدون در نظر گرفتن روز) نشان داد که این مدل با در نظر گرفتن روزهای اعمال تنش از دقت بیشتری برخوردار بوده که مقدار آن برابر با $95/85$ درصد بوده است. از این رو جهت تعیین زمان آبیاری و تشخیص میزان تنش می توان از رنگ سطح برگ در سیستم رنگی LAB استفاده نمود.

واژه های کلیدی: برنامه ریزی آبیاری، نمایه رنگ برگ، مدل رنگی LAB، الگوریتم C5

مقدمه

برنامه ریزی منابع آب می باشد. با برنامه ریزی صحیح آبیاری و تعیین زمان و میزان مناسب مصرف، آب مورد نیاز آبی گیاه تامین شده و ضمن عدم مصرف بی رویه آب از بروز اثرات تنش خشکی و کاهش عملکرد محصول جلوگیری می شود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰). اهمیت برنامه ریزی در این است که کشاورز را قادر می سازد تا مقدار دقیق آب را برای تأمین هدف خویش بکارگیرد که این امر توأم با اندازه گیری حجم یا عمق آب مصرف شده سبب افزایش راندمان آبیاری می شود. همچنین با کاهش مصرف کود، اثرات زیست محیطی کاهش یافته و با کاهش تلفات عمقی لزوم احداث شبکه های زهکشی کاهش می یابد. در نهایت با استفاده از آب ذخیره شده برای گیاهان کم ارزش می توان درآمدهای جانبی را افزایش داد (داداری، ۱۳۹۲). به طور کلی تعیین زمان آبیاری توسط سه روش پایش رطوبت خاک، روش بیلان آبی و نمایه های گیاهی صورت می گیرد. که در حال حاضر روش پایش رطوبت خاک متداول و رایج تر می باشد. اما این روش نیاز به نیروی انسانی زیادی داشته و به دلیل نیاز به تنظیمات، نگهداری و کار مزرعه ای گران و زمان بر می باشد. همچنین روش بیلان آبی نیاز به کالیبراسیون دوره ای دارد و استفاده از داده های

خشکی و خشکسالی از مهم ترین مشکلات و موانع تولید محصولات کشاورزی در جهان محسوب می شود. ایران یکی از کشورهای خشک و نیمه خشک جهان است که همواره با محدودیت آب روبه رو بوده است. کمبود آب تهدید اساسی برای بقای انسان و محیط زیست بوده و امنیت غذایی، بهداشت و اقتصاد تحت تأثیر کمبود آب به شدت صدمه می بیند. از طرفی افزایش جمعیت، افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و آب را به همراه دارد. بنابراین استفاده اقتصادی و بهینه از آب در مزرعه از راهبردهای مهم

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع

طبیعی گرگان

۲- دانشیار گروه مهندسی علوم آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار گروه مهندسی علوم آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و

منابع طبیعی گرگان

(Email: mhesam@yahoo.com)

(*- نویسنده مسئول)

روزانه قطر میوه می‌تواند در نتیجه پاسخ به نوسانات شرایط آبی و با تنش رطوبتی باشد. تغییرات روزانه قطر، به ویژه میوه‌ها، به عنوان شاخص‌های حساس تر نسبت به نیاز آبیاری استفاده می‌شود. مقدار انقباض روزانه برای نشان دادن وضعیت آب و مقایسه قطر در همان زمان در روزهای بعد میزان رشد را تعیین می‌کند (Huguet et al., 1992). در تحقیقی نیز جهت برنامه‌ریزی آبیاری، استفاده از تغییرات قطر میوه در درخت بادام و تغییرات قطر تنه در درخت زیتون نسبت به پتانسیل آب برگ نتایج بهتر و مفیدتری را به همراه داشت (Moriana & Fereres., 2002). پتانسیل آب برگ و هدایت روزانه‌ای که به طور معمول جهت پایش وضعیت آبی گیاه استفاده می‌شوند، به دلیل وقت گیر بودن و عدم قابلیت خودکار شدن برای پایش آبی مستمر مناسب نمی‌باشند (Garcia et al., 2011). همچنین در تحقیقی دیگر اذعان شد که تنش آب توسط پتانسیل آب برگ نسبت به دمای پوشش سبز و مقاومت روزنه‌ای قابل تشخیص است (Garcia et al., 2012). در ایران نیز برای اولین بار جهت برنامه‌ریزی آبیاری، از شاخص تغییر رنگ برگ فلفل دیماز در اثر کاهش رطوبت استفاده شد و توسط سیستم رنگی^۱ CMYK مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق همبستگی قابل توجهی بین مقادیر رطوبت و مولفه‌ی رنگی خصوصاً K را در سیستم CMYK نشان داد و نیز رطوبت ۲۹ درصد برای زمان آبیاری مشخص شد (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین به منظور تعیین زمان آبیاری، شاخص تغییر رنگ برگ فلفل در اثر کاهش رطوبت در سیستم رنگی^۲ RGB مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتایج حاصله همبستگی قابل توجه بین مقادیر رطوبت و مولفه‌های رنگ، خصوصاً G را در سیستم RGB نشان داد و بهترین زمان برای آبیاری فلفل در خاک لوم در رطوبت ۲۹ درصد مشخص شد (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۵).

با توجه به مطالعات انجام گرفته نمایه‌های ظاهری گیاه می‌تواند نسبت به سایر نمایه‌ها یک روش سریع‌تر و کم هزینه‌تر باشد ضمن اینکه بسیاری از نمایه‌های گیاهی زمان‌بر بوده‌اند و بیشتر جنبه تحقیقاتی داشته‌اند. لذا اهداف تحقیق حاضر الف- پیشنهاد و تعیین زمان آبیاری با استفاده از رنگ برگ ب- بررسی رنگ برگ در اثر تغییرات رطوبتی خاک می‌باشد که این مهم بر اساس پارامترهای سیستم رنگی^۳ LAB به کمک مدل درخت تصمیم C5 انجام میگردد.

هواشناسی نیز بخاطر کمبود آمار هواشناسی خطای بالایی را دارند. با توجه به معایب مذکور یکی از راهکارهای مؤثر برای برنامه ریزی آبیاری دقیق، سریع و اقتصادی ضمن استفاده بهینه از منابع آبی موجود، تعیین رطوبت خاک با توجه به تغییرات نمایه گیاهی در اثر تغییرات رطوبتی می‌باشد. (شاهرخ نیا، ۱۳۹۴).

استفاده از دمای سبز که یکی از نمایه‌های ظاهری گیاه می‌باشد با توسعه دماسنج‌های مادون قرمز از سال ۱۹۸۱ رواج یافت (Jackson et al., 1981). در تحقیقی درجه حرارت برگ‌های کتان با استفاده از دماسنج مادون قرمز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درجه حرارت برگ‌های این گیاه به صورت خطی با کاهش آماس برگ‌ها افزایش می‌یابد (Wiegand & Namken., 1966). با استفاده از شاخص اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا در چهار دوره رشد گیاه ذرت، نقصان مجاز مدیریتی که یک پارامتر تعیین زمان آبیاری است به ترتیب ۰/۴۲/۸٪، ۰/۵۹/۲٪، ۰/۵۸/۹٪ و ۰/۶۷/۵٪ معرفی شد (رضاوودی نژاد و همکاران، ۱۳۸۶). به منظور تعیین زمان آبیاری، با استفاده از دماسنج مادون قرمز دمای سطح سایه‌انداز گیاه نیشکر اندازه‌گیری شد، سپس رابطه بین شاخص تنش آبی گیاه نیشکر و درصد رطوبت جرمی خاک در دو عمق (۰-۳۰) و (۳۰-۶۰) سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که همبستگی شاخص تنش آبی با رطوبت خاک در عمق‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نشد، از طرفی نیز همبستگی شاخص تنش آبی و رطوبت ناحیه ریشه قابل قبول نبود (ویسی و همکاران، ۱۳۹۴). در طی تحقیقی زمان آبیاری پنبه بر اساس شاخص پتانسیل آب برگ، زمانی معرفی گردید که پتانسیل آب برگ به ۱/۵-، ۱/۹- و ۲/۳- برسد (Steger et al., 1998). همچنین تاثیر توأم تنش شوری و خشکی بر هدایت روزنه‌ای، پتانسیل آب برگ و دمای تاج، در درخت بادام مورد بررسی گرفت و حد آستانه هدایت روزنه‌ای برای شروع تنش ۰/۳۷ سانتی‌متر بر ثانیه، معادل پتانسیل ۱/۵۸- معرفی شد و همچنین دمای بهینه برای وقوع بیشترین هدایت روزنه ۲۸/۲ درجه سیلیسوس بیان گردید (عنایی میلانی و همکاران، ۱۳۹۴).

در طی آزمایشی مشخص شد که آبیاری لوبیا چیتی باید زمانی انجام شود که پتانسیل برگ ۰/۴۸- و ۱/۷۵- مگاپاسکال باشد که این مقادیر منطبق بر حدود ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و ۲۱/۶ سانتی‌متر تبخیر از آتومتر نوع پیچ می‌باشد (محلوجی و همکاران، ۱۳۷۸).

جهت برنامه‌ریزی آبیاری برای برآورد هدایت روزنه به کمک دماسنج مادون قرمز آزمایشی توسط جونز و همکاران انجام که در نهایت یک فرمول از فرمول تعادل انرژی متناسب با شاخص هدایت روزنه پیدا شد که می‌توان برای هدایت روزنه به صورت مستقیم از دماسنج مادون قرمز استفاده کرد (Jones et al., 1999). تغییرات

۱- CMYK مخفف چهار رنگ Cyan (فیروزه‌ای)، Magent (سرخ‌ابی)، Yellow (زرد)، Black (سیاه) است.
 ۲- RGB مخفف سه رنگ Red (قرمز)، Green (سبز)، Blue (آبی) است که برای کارهایی که قرار است.
 ۳- LAB مخفف Lightness (میزان روشنایی)، A (محدوده رنگی قرمز و سبز)، B (محدوده رنگی آبی و زرد) است.

۵ درصدی و دو تیمار فاقد آبیاری (شاهد) و بیش آبیاری (۱۲۰ درصد) با ۳ تکرار در یک دوره ۲۰ روزه بر گیاه کدوسبز انجام شد. به منظور انجام آزمایش مورد نظر از گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و وزن ۳۳۲ گرم استفاده شد. کف هر گلدان به منظور زهکش مناسب مقداری سنگ ریزه به وزن ۹۶۸ گرم گذاشته و در نهایت وزن تمام گلدان‌ها ۱۳۰۰ گرم شد. محتویات درون گلدان‌ها شامل خاک، ماسه بادی و کمپوست به نسبت دو به یک و به یک دهم به وزن ۶۱۰۰ گرم بود. به منظور کاشت، بذر گیاه کدو سبز (رقم CLARITASL5) به صورت مستقیم در گلدان‌های مربوطه کشت شد و سپس به تمام گلدان‌ها تا مرحله چهار برگی شدن به مقدار مساوی آب داده شد. قابل ذکر است بافت خاک به روش هیدرومتری و منحنی رطوبتی خاک به صورت تجربی مشخص گردید که نتایج آن در جدول ۱ و شکل ۱ ارایه شده است.

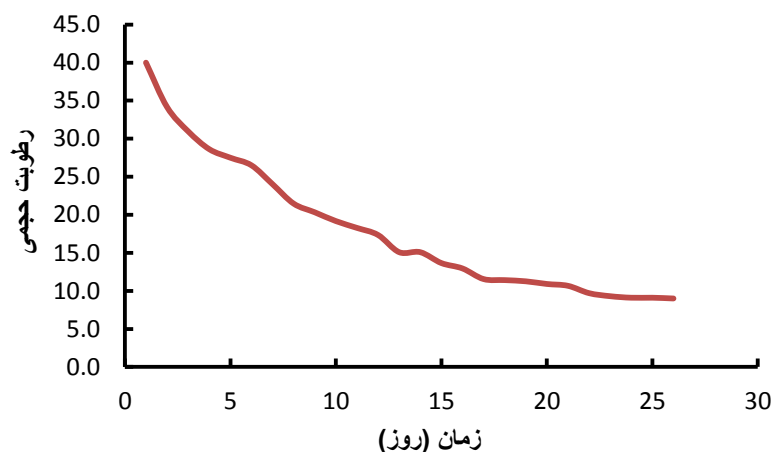
تاکنون تحقیقات بسیار محدودی در زمینه تعیین آبیاری با استفاده از وضعیت رنگ گیاه انجام شده است. تنها مورد تحقیقاتی در دسترس تحقیقات نوروزی و همکاران (۱۳۹۵) بوده که سیستم‌های رنگی مختلف را در این خصوص بررسی نموده‌اند و اذعان داشتند که سیستم رنگی LAB نتایج بهتری را در بر داشته است. از این رو اهمیت این مقاله، تمرکز بر روی سیستم رنگی LAB و تدقیق این روش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در محوطه دانشکده مهندسی آب و خاک گرگان، در بهار سال ۱۳۹۷ با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۵ متر از سطح دریا، با ۲۰ تیمار آبیاری با درصدهای متفاوت از ۱۰۰ درصد تا ۱۵ درصد با فاصله‌های

جدول ۱- مشخصات خاک شناسی

بافت خاک	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	رطوبت ظرفیت زراعی (درصد حجمی)	رطوبت نقطه پژمردگی (درصد حجمی)	رطوبت اشباع (درصد حجمی)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
لومی رسی	۴۱/۸	۲۳/۴	۳۴/۸	۳۰٪	۹٪	۴۰٪	۱/۴



شکل ۱- منحنی رطوبتی خاک

حجم گلدان، حجم آب مصرفی به صورت روزانه محاسبه شد. در هر گلدان سه برگ علامت‌گذاری شد و هر روز قبل از آبیاری از برگ‌های مذکور عکس برداری شد که جهت عدم تاثیر سایه‌ها و سایر رنگ‌ها پشت نمونه‌ها یک برگه A4 سفید رنگ گذاشته شد و رنگ

تیمارها بعد از مرحله چهار برگی شدن گیاه اعمال و رطوبت خاک به صورت روزانه برای تمامی گلدان‌ها به روش وزنی اندازه‌گیری شد. جهت برآورد نیاز آبی، تبخیر و تعرق پتانسیل به روش تشتت تبخیر محاسبه گردید. سپس با اعمال ضریب گیاهی (نشریه فائو ۵۶) و

داده‌های ناشناخته را با استفاده از مقادیر شناخته شده انجام می‌دهند (Bhardwaj at al., 2012). درخت‌های تصمیم روشی برای نمایش یک سری از قوانین هستند که در نهایت منتهی به یک رده یا مقدار می‌شوند. درخت‌های تصمیم به کمک جداسازی متوالی داده‌ها به یک سری گروه مجزا تشکیل شده و علاوه بر آن سعی می‌شود در فرآیند جداسازی، فاصله بین گروه‌ها افزایش یابد. از مدل‌های درخت تصمیم در حل بسیاری از مسائل طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌شود (شریفان و قربانی، ۱۳۹۳). از الگوریتم‌های پرکاربرد، درخت تصمیم الگوریتم C5 است. C5 یک الگوریتم برای ساخت درخت‌های تصمیم‌گیری است که توسعه یافته الگوریتم ID3 است (Juan et al., 2007). این الگوریتم می‌تواند برای بیان دسته‌بندی به صورت درخت تصمیم و یا مجموعه قوانین به کار برده شود.

در این پژوهش پیش‌بینی تیمارهای آبیاری در واقع تنش‌های خشکی از طریق پارامترهای رنگی برگ به کمک الگوریتم C5 مدل درخت تصمیم تحت دو سناریو الف- با در نظر گرفتن روزهای تنش ب- بدون در نظر گرفتن روزهای تنش صورت گرفت. بدین ترتیب که پارامترهای رنگی L, A و B برگ و متغیرهای ترکیبی تفاضل و تقسیم این سه پارامتر از یکدیگر (L-A, L-B, L, A-B, L/A, L/B, A/B) به عنوان ورودی‌های مدل در نظر گرفته شدند و تیمارهای رطوبتی تابع هدف قرار گرفتند که در نهایت تحت دو سناریو مذکور تیمارهای رطوبتی توسط مدل پیشنهاد گردیدند و میزان دقت و تشخیص مدل مورد مقایسه قرار گرفت.

معیارهای ارزیابی مدل

در این تحقیق از ماتریس تطابق، جهت نشان دادن پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی به عنوان معیار ارزیابی استفاده گردید و ضریب اهمیت متغیرهای ورودی توسط نمودار مشخص شد. ماتریس تطابق ماتریسی است که عملکرد الگوریتم را نشان می‌دهد. در ماتریس تطابق هر ستون از ماتریس نمونه‌ای از مقدار پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد، بدین ترتیب عناصر قطری بیانگر کلاس‌هایی هستند که صحیح پیش‌بینی شده‌اند و در مقابل عناصر غیر قطری بیانگر کلاس‌هایی می‌باشند که به طور صحیح توسط مدل پیش‌بینی نشده‌اند.

نتایج و بحث

ابتدا جهت پی بردن ارتباط و یا عدم ارتباط بین رطوبت خاک و رنگ برگ در گیاه کدو سبز محاسبات رگرسیونی بین رطوبت خاک در تیمار فاقد آبیاری (شاهد) و پارامترهای رنگی به دست آمده شامل L, A, B و LAB (میانگین سه پارامتر) انجام و برای هر پارامتر

سفید با پارامترهای ثابت و مشخص $L=100$ ، $A=0$ و $B=0$ به عنوان مینا در سیستم رنگی قرار گرفت. سپس از نرم‌افزار فتوشاپ جهت آنالیز رنگ عکس‌های گرفته شده در سیستم رنگی LAB استفاده گردید و در نهایت از الگوریتم C5 جهت پیش‌بینی کلاس‌های رطوبتی که در واقع همان تیمارهای آبیاری است استفاده شد.

سیستم رنگی LAB

در علوم کشاورزی تصاویر و رنگ‌ها یکی از مهمترین منابع اطلاعاتی می‌باشند (Dubey & jalal., 2015). برای نمایش تصویرها و رنگ‌ها روی کاغذ و صفحه نمایش یا چاپ رنگ‌ها توسط چاپگرها، مدل‌های رنگی متفاوتی تعریف شده است. مدل رنگ در فتوشاپ در حقیقت روش تعریف یک رنگ در این برنامه است (عباسی، ۱۳۹۷). در واقع بر اساس پارامترهای رنگی که در پیکسل‌های تصویر ذخیره شده است، هر رنگ را می‌توان با ترکیب سه رنگ اصلی بازسازی کرد. با قرار گرفتن تصویر در فضاهای رنگی مختلف و محاسبات میانگین و انحراف استاندارد شدت رنگ، می‌توان اطلاعات رنگی متفاوتی از تصویر استخراج کرد (Zheng at al., 2006). مدل LAB بر اساس مدل رنگ پایه، به وسیله کمیسیون بین‌المللی در سال ۱۹۳۱ بعنوان استاندارد بین‌المللی برای اندازه‌گیری رنگ مطرح شد. در سال ۱۹۷۶ این مدل اصلاح شده و CIE LAB نامیده شد (مصدقی راد، ۱۳۹۴). این مدل، مدل رنگی مستقل و بدون وابستگی به دستگاهی خاص مثل صفحه نمایش، چاپگر، اسکنر و پرده‌ی نمایش است و مدلی جامع را تعریف می‌کند که حیطه‌ی رنگی وسیعی را شامل می‌شود و از مدل‌های دیگر جامع‌تر است. L مولفه درخشندگی (شفافیت) است که محدوده آن ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد و پارامتر A میزان رنگ از سبزی تا قرمزی است که مقادیر منفی نشان دهنده رنگ سبز و مقادیر مثبت نشان‌دهنده میزان رنگ قرمز است و B از آبی تا زردی را نشان می‌دهد که مقادیر منفی رنگ آبی و مقادیر مثبت زردی را نیز نشان می‌دهند محدوده این دو مولفه‌ی رنگی نامحدود بوده و از نظر اقلیدسی فاصله‌ی بین دو نقطه رنگی در مدل LAB با فاصله دو نقطه رنگی که چشم انسان تشخیص می‌دهد یکسان است (فرحناکی و افشاری جویباری، ۱۳۸۸).

مدل درخت C5

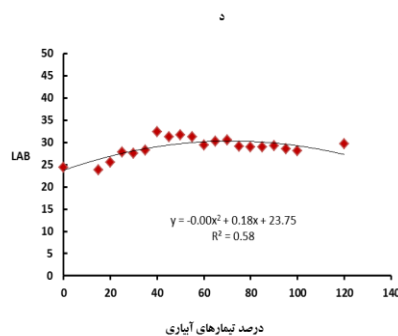
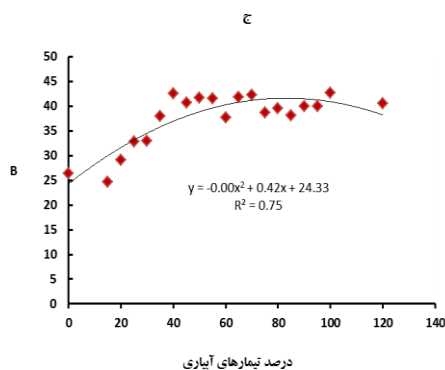
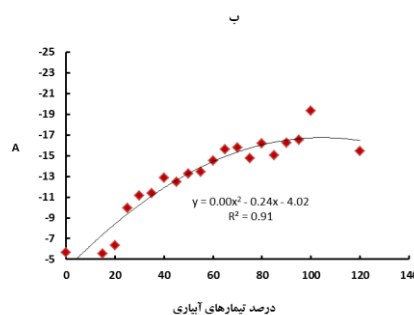
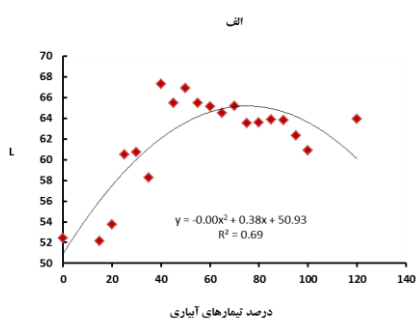
دسته‌بندی به عنوان یکی از معروف‌ترین روش‌های داده‌کاوی است که از دو مرحله استنتاج و پیش‌بینی تشکیل می‌شود. هدف از استنتاج، کشف مدلی برای تعریف دسته‌های از پیش مشخص شده داده‌ها است اما در مرحله پیش‌بینی، برای نمونه‌هایی که تعلق آن‌ها به دسته خاصی مشخص نیست، بر اساس مدل استنتاج شده می‌توان تعلق آن‌ها را پیش‌بینی کرد (Khalili nezhad & Minaee, 2009). در واقع مدل‌های پیش‌بینی‌کننده، پیش‌بینی

محاسبه و در جدول ۲ ارائه گردید. نتایج حاصله نشان دهنده R^2 بالاتر برای توابع چند جمله‌ای است.

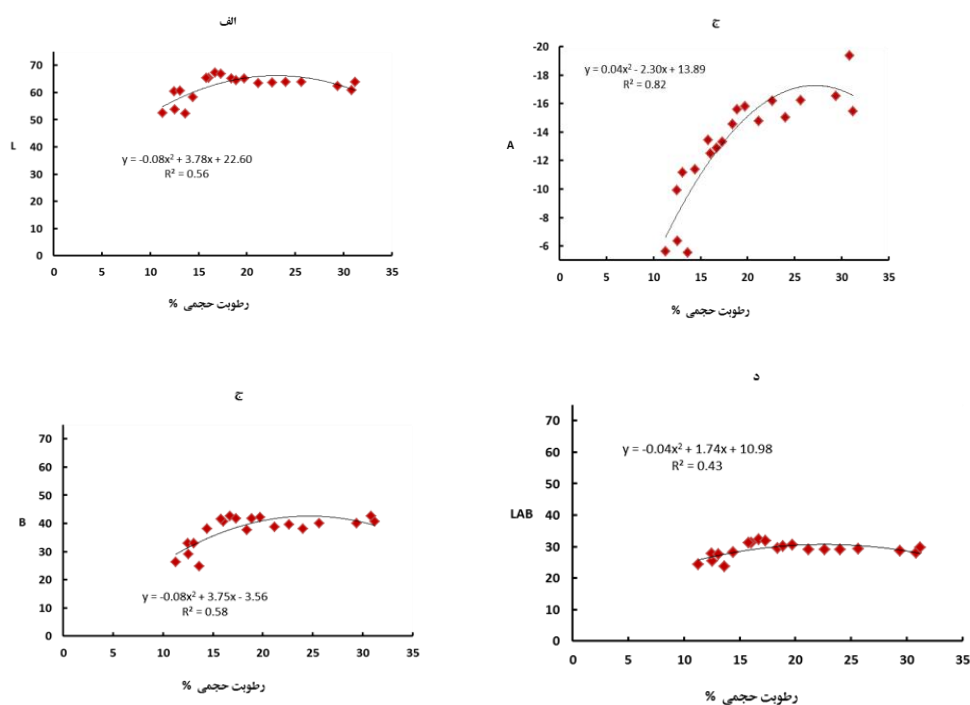
رنگی نموداری جداگانه در مقابل رطوبت تیمار شاهد رسم گردید (مولفه رنگی در محور Y و رطوبت خاک در محور X) و نهایتاً ضرایب همبستگی و توابع خطی، لگاریتمی و چند جمله‌ای درجه دوم آن‌ها

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین پارامترهای رنگی سیستم LAB و رطوبت شاهد در گیاه کدو سبز

مولفه رنگی	نوع رگرسیون	تابع	R^2
L	خطی	$y = 1.41x + 35.35$	۰/۷۳
L	لگاریتمی	$y = 23.68\ln(x) - 5.20$	۰/۸۳
L	چند جمله‌ای(درجه دوم)	$y = -0.14x^2 + 6.27x + 0.49$	۰/۹۲
A	خطی	$y = -1.1718x + 8.3867$	۰/۸۱
A	لگاریتمی	$y = -19.31\ln(x) + 41.075$	۰/۸۹
A	چند جمله‌ای(درجه دوم)	$y = 0.0916x^2 - 4.3854x + 31.401$	۰/۹۴
B	خطی	$y = 1.1612x + 12.008$	۰/۶۳
B	لگاریتمی	$y = 19.778\ln(x) - 22.085$	۰/۷۴
B	چند جمله‌ای(درجه دوم)	$y = -0.1249x^2 + 5.5405x - 19.355$	۰/۸۲
LAB	خطی	$y = 0.4656x + 18.58$	۰/۵۵
LAB	لگاریتمی	$y = 8.0499\ln(x) + 4.5957$	۰/۶۶
LAB	چند جمله‌ای(درجه دوم)	$y = -0.0573x^2 + 2.4766x + 4.178$	۰/۷۷



شکل ۲- نمودار روند تغییرات تیمارهای آبیاری و پارامترهای رنگی در گیاه کدو سبز
الف: پارامتر L، ب: پارامتر A، ج: پارامتر B و د: میانگین سه پارامتر LAB



شکل ۳- نمودار روند تغییرات درصد رطوبت حجمی تیمارهای آبیاری و پارامترهای رنگی در گیاه کدو سبز
الف: پارامتر L، ب: پارامتر A، ج: پارامتر B و د: میانگین سه پارامتر LAB



شکل ۴- مقایسه برگ گیاه کدو سبز قبل از اعمال تیمارها



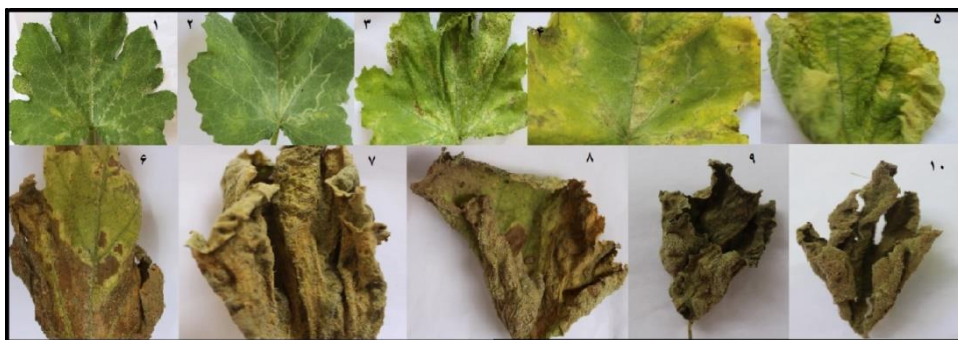
شکل ۵- مقایسه برگ گیاه کدو سبز ۲۰ روز بعد از اعمال تیمارها

شدن و تیره شدن برگ می‌باشد. در واقع اعمال تنش‌ها و در پی آن کاهش میزان آب در محیط جذب، باعث اختلال در انتقال مواد غذایی لازم برای رشد و عدم تولید ماده خشک جدید شده و کاهش رشد را به دنبال داشته است. کاهش آب در بافت‌های گیاهی سبب لوله‌ای شدن و پیچ خوردن برگ‌ها، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتزی و تغییر رنگ برگ‌ها می‌شود.

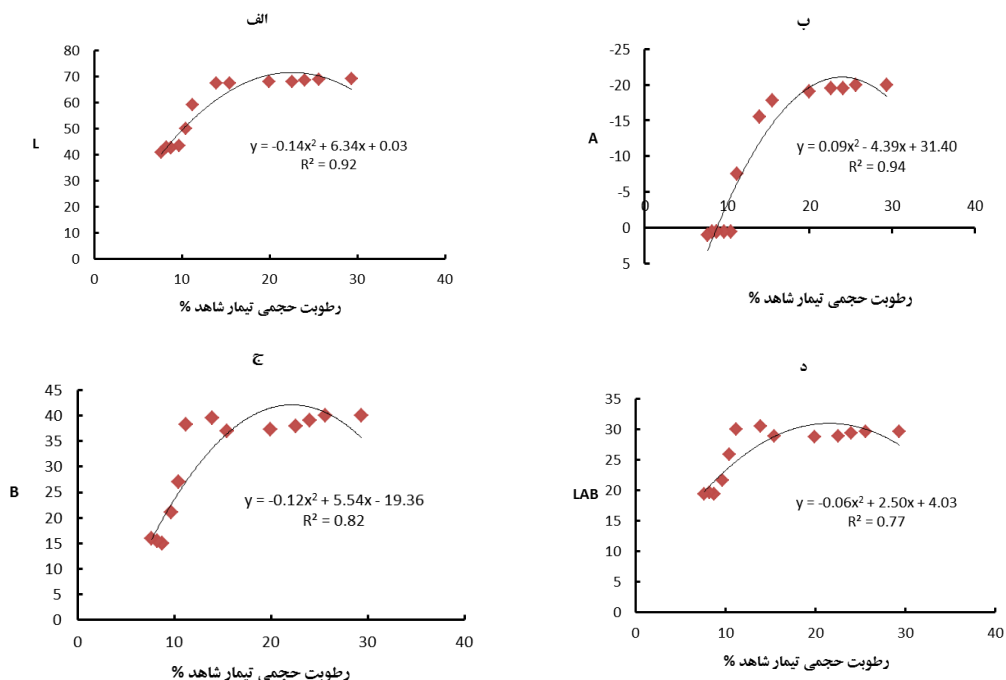
همچنین براساس نمودارهای ذیل می‌توان دریافت که بیش آبیاری یا همان تیمار ۱۲۰ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد از نظر شفافیت و سبز رنگی در وضعیت پایین تری قرار گرفته است که در شکل ۴ و ۵ به وضوح نیز مشخص می‌باشد.

تغییرات پارامترهای رنگی LAB و رطوبت خاک تیمارهای مختلف در بازه زمانی بیست روز

در گیاه کدو سبز تغییرات پارامترهای رنگی نسبت به رطوبت حجمی و نسبت به تیمارهای آبیاری در یک بازه زمانی مشخص ۲۰ روزه رسم گردید. براساس نمودارهای شکل ۲ و ۳ با کاهش رطوبت و یا حجم آبیاری پارامترهای رنگی L و B نیز کاهش می‌یابند که این روند بیشتر در تیمارهای ۴۰ درصد و کمتر از آن قابل محسوس است، ولی در تیمارهای بالای ۴۰ درصد روند نسبتاً خطی را طی کرده است. پارامتر A با گذشت زمان افزایش پیدا می‌کند در واقع از رنگ سبز برگ کاسته و به قرمزی آن افزوده شده است که نشان دهنده خشک



شکل ۶- تصاویر برگ کدو سبز در نمونه فاقد آبیاری در ده روز



شکل ۷- نمودار روند تغییرات درصد رطوبت حجمی تیمار بدون آبیاری و پارامترهای رنگی در گیاه کدو سبز
الف: پارامتر L، ب: پارامتر A، ج: پارامتر B و د: میانگین سه پارامتر LAB

۱۹/۵ واحد افزایش و میزان آبی بودن برگ‌ها ۲۰ واحد (پارامتر B) کاهش یافته است. همچنین نمودار "د" از شکل ۷ که بیانگر تغییرات میانگین پارامترهای رنگی سیستم LAB نسبت به درصد حجمی رطوبت تیمار شاهد بوده از همبستگی ۷۷ درصد برخوردار بوده است. در این روند با کاهش میزان رطوبت، میانگین پارامترهای LAB نیز کاهش یافته است. تا قبل از رسیدن به نقطه پژمردگی دائم میزان تغییرات میانگین پارامترهای LAB، ۱۰ واحد بوده ولی بعد از نقطه پژمردگی مقدار نسبتاً ثابتی پیدا کرده و تغییرات آن ناچیز بوده است. در واقع با خشک شدن برگ و تیره شدن آن شیب تغییرات میانگین پارامترها کاهش یافته است.

تعیین زمان آبیاری با استفاده از نمایه رنگ برگ در سیستم رنگی LAB

گیاه کدو سبز دارای ریشه‌ای ۰/۶-۰/۹ متر بوده و دارای تخلیه مجاز رطوبتی ۵۰ درصد است (ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار، نشریه ۲۸۶، برنامه‌ریزی آبیاری). باتوجه به بافت لومی رسی خاک و همچنین نتایج حاصل از منحنی رطوبتی، رطوبت ظرفیت زراعی ۳۱ درصد و رطوبت پژمردگی ۹ درصد به دست حاصل شد. در نتیجه هرگاه رطوبت خاک به ۲۰ درصد برسد باید آبیاری صورت گیرد. در جدول ۳ مقادیر هرکدام از پارامترهای رنگی سیستم LAB در روزهای مختلف پس از اعمال تنش در تیمار شاهد ارائه شده است.

بررسی روند تغییرات رطوبت و پارامترهای رنگی در سیستم LAB در تیمار شاهد

بعد از اعمال تنش‌های آبیاری تیمار شاهد که در واقع فاقد آبیاری بود بعد از گذشت ۱۰ روز به صورت کامل از بین رفت. شکل ۶ همچنین نمودارهای شکل ۷ نشان‌دهنده روند تغییرات هرکدام از پارامترهای رنگی L، A، B و میانگین سه پارامتر در سیستم رنگی LAB می‌باشد. محور افقی نمودارها بیانگر درصد حجمی رطوبت تیمار بدون آبیاری و محور افقی نشان‌دهنده مقادیر پارامتر رنگی مذکور می‌باشد.

نتایج حاصل از نمودارهای فوق نشان داد که بیشترین همبستگی بین رطوبت و پارامترهای رنگی در رنگ برگ کدو سبز در پارامتر A با همبستگی ۹۴ درصد اتفاق افتاد و بعد از آن پارامترهای L و B به ترتیب همبستگی ۹۲ درصد و ۸۲ درصد را به خود اختصاص دادند. با کاهش رطوبت پارامتر L و B روند کاهشی داشتند که در رطوبت‌های حجمی بالای ۱۵ درصد میزان تغییرات این پارامترها کمتر بوده و در رطوبت‌های حجمی کمتر از ۱۵ درصد این فاصله تغییرات بیشتر است. از طرفی پارامتر A روند افزایشی داشته و از مقادیر منفی به مقدار مثبت متغیر بوده است، در واقع تا قبل از رسیدن به نقطه رطوبت پژمردگی دائم پارامتر A دارای مقادیر منفی بوده و در نقطه پژمردگی دائم به مثبت تغییر یافته است. به طور کلی با پژمرده شدن برگ‌ها به علت عدم آبیاری پارامتر L که معرف شفافیت و درخشندگی بود ۲۸ واحد کاهش یافته و در نهایت با قهوه‌ای و تیره شدن رنگ برگ‌ها میزان قرمزی برگ‌ها (پارامتر A)

جدول ۳- تعیین زمان آبیاری در سیستم LAB در گیاه کدو

روزهای آبیاری	رطوبت	سبز			
		L	A	B	LAB
۱	۲۹/۳۸	۶۹	-۲۰	۴۰	۲۹/۶۷
۲	۲۵/۶۳	۶۸/۸۳	-۲۰	۴۰	۲۹/۶۱
۳	۲۴/۰۵	۶۸/۵	-۱۹/۵	۳۹	۲۹/۳۳
۴	۲۲/۶۱	۶۸	-۱۹/۵	۳۸	۲۸/۸۳
۵	۲۰	۶۸	-۱۹	۳۷/۳	۲۸/۵۶
۶	۱۵/۴۸	۶۷/۵	-۱۷/۸	۳۷	۲۸/۸۹
۷	۱۳/۹۵	۶۷/۵	-۱۵/۵	۳۹/۵	۳۰/۵
۸	۱۱/۲۰	۵۹/۲۵	-۷/۵	۳۸	۳۰
۹	۱۰/۴۳	۵۰	-۰/۵	۲۷	۲۵/۸
۱۰	۹/۶۹	۴۳/۵	-۰/۵	۲۱	۲۱/۶
۱۱	۸/۷۵	۴۲/۵	-۰/۵	۱۵	۱۹/۳
۱۲	۸/۷۲	۴۲/۵	-۰/۵	۱۵	۱۹/۳
۱۳	۸/۲۱	۴۳	-۰/۵	۱۵	۱۹/۶
۱۴	۷/۶۵	۴۱	۱	۱۶	۱۹/۳

ترکیبی L-A، L-B، A-B، L/A، L/B و A/B توسط الگوریتم درختی C5 پیش‌بینی تنش‌های اعمال شده تحت دو سناریو اجرا گردید. سناریو اول با در نظر گرفتن تعداد روزهای اعمال تنش بود و سناریوی دوم بدون در نظر گرفتن تعداد روزها مورد بررسی قرار گرفت.

سناریوی اول (با در نظر گرفتن روزهای اعمال تنش)

بر اساس جدول فوق مدل C5 با دقت ۹۵/۸۵ درصد ۳۷۰ کلاس تنش رطوبتی را از ۳۸۶ کلاس به درستی و ۱۶ مورد را اشتباه پیش‌بینی کرده است. به عبارت دیگر با خطای مدل معادل ۴/۱۵ درصد بوده است.

در جدول فوق گیاه کدو سبز در روز پنجم به رطوبت ۲۰ درصد رسیده و زمان آبیاری آن فرا می‌رسد در این حالت پارامترهای رنگی L و B که روندی کاهشی را با کاهش رطوبت طی می‌کنند به ترتیب به ۶۸ و ۳۷/۳ می‌باشند و پارامتر A دارای مقدار ۱۹- می‌باشد از این رو تا زمانی که شفافیت (L) برگ کدو سبز بیشتر از ۶۷/۳۳، پارامتر B بیشتر از ۳۷/۳ و نهایتاً مقدار A کمتر از ۱۹- باشد هنوز زمان آبیاری فرانسیده است.

پیش‌بینی تنش‌های رطوبتی با استفاده از پارامترهای رنگی برگ در سیستم رنگی LAB به کمک درخت تصمیم C5 با استفاده از پارامترهای رنگی L، A، B و همچنین پارامترهای

جدول ۴- نتایج پیش‌بینی تنش‌های رطوبتی با استفاده از پارامترهای رنگی برگ در سیستم LAB در گیاه کدو سبز تحت سناریوی اول

صحیح	۳۷۰	۹۵/۸۵%
اشتباه	۱۶	۴/۱۵%
مجموع	۳۸۶	

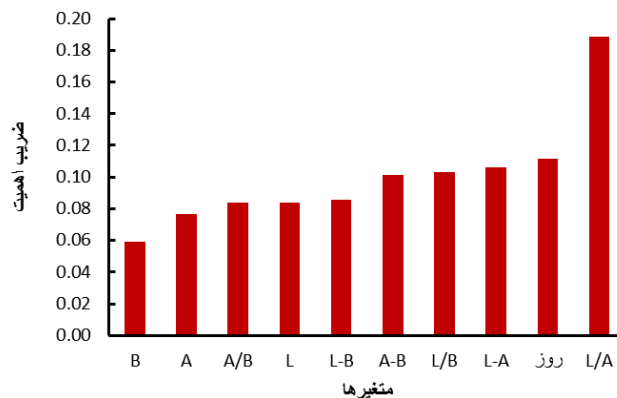
جدول ۵- ماتریس خطا جهت ارزیابی دقت مدل C5 درختی در سیستم رنگی LAB در گیاه کدو سبز تحت سناریوی اول

درصد آبیاری	۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵
۰	۰	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰۰	۰	۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲۰	۰	۰	۳۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۵	۰	۰	۰	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰	۱	۰	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰
۶۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶۵	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰
۷۵	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۶	۰	۰	۰	۰
۸۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۳	۳۴	۰	۰	۰
۸۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱۳	۰	۰
۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴	۰
۹۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴

است و مدل قادر به تفکیک این دو کلاس از هم نبوده است که این اتفاق بیشتر مربوط به روزهای اول اعمال تنش بوده که چندان اثری قابل توجهی بر گیاه مذکور نداشته است. همچنین درصد آبیاری ۶۵

در جدول ۵ بیشترین خطا در این حالت مربوط به تیمار تنش رطوبتی ۲۰ درصد (درصد آبیاری ۸۰) ردیف هفدهم و ستون هجدهم بوده است که درصد آبیاری ۷۵ یعنی تنش ۲۵ درصد پیش‌بینی شده

درصد را دوبار ۱۰۰ درصد پیش بینی کرده که مرتبط به اولین روز آبیاری بوده است و این به دلیل عدم تاثیر تنش بر رنگ برگ گیاه در روزهای اول می باشد. تمامی اعداد روی قطر ماتریس تعداد تنش های رطوبتی است که مدل توانسته به درستی پیش بینی نماید.



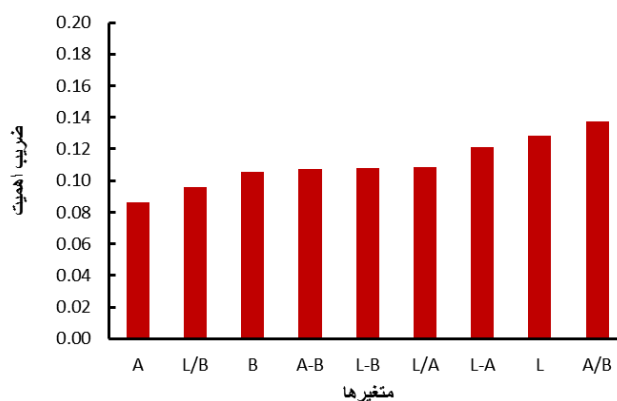
شکل ۸- نمودار اهمیت متغیرها در مدل C5 در گیاه کدو سبز تحت سناریوی اول

می گیرد متغیر $\frac{L}{A}$ بیشترین ضریب اهمیت را به خود اختصاص می دهد و بعد از آن متغیر روز ضریب اهمیت نسبتا بیشتری به سایر متغیرها دارد. و پارامتر B از اهمیت کمتری برخوردار بوده است.

شکل ۸ بیانگر میزان اهمیت متغیرهای مورد استفاده در مدل می باشد. در این شکل تمامی پارامترهای ورودی در مدل براساس میزان اهمیتشان در پیش بینی تنش های رطوبتی روی نمودار مشخص شده اند و هرکدام یک ضریب را به خود اختصاص داده اند. بر این اساس زمانی که روزهای اعمال تنش به عنوان متغیر در مدل قرار

جدول ۶- نتایج پیش بینی تنش های رطوبتی با استفاده از پارامترهای رنگی برگ در سیستم LAB در گیاه کدو سبز تحت سناریوی دوم

صحیح	۳۵۲	۹۱/۱۹%
اشتباه	۳۴	۸/۸۱%
مجموع	۳۸۶	



شکل ۹- نمودار اهمیت پارامترها در مدل C5 در گیاه کدو سبز تحت سناریوی دوم

جدول ۷- ماتریس خطا جهت ارزیابی دقت مدل C5 درختی در سیستم رنگی LAB در گیاه کدو سبز تحت سناریوی دوم

درصد آبیاری	۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰
۰	۱۸	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
۱۰۰	۰	۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲۰	۰	۱	۳۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۵	۰	۰	۰	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰	۲	۰	۰	۱	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱
۳۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰
۴۵	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵۵	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶۵	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱	۰	۱	۰	۰	۰
۷۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۲	۰	۰	۰	۰
۷۵	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۶	۰	۰	۰
۸۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۳۳	۰
۸۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱۱	۰
۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴
۹۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

در گیاه کدو سبز توسط سیستم رنگی LAB که نشان دهنده شفافیت، سبزی و قرمزی رنگ بوده و با توجه به اینکه تعرق در گیاه موجب تغییرات شفافیت در رنگ برگ می شود صورت گرفت از این رو توسط یک دوربین عکس برداری دیجیتال در شرایط یکسان از لحاظ نور، زاویه و فاصله و همچنین با استفاده از نرم افزار فوتوشاپ، پارامترهای A، B، L و میانگین سه پارامتر در طی ۲۰ روز طی اعمال تنش متفاوت آبیاری اندازه گیری شد و بعد از بررسی ها بیشترین همبستگی بین رطوبت و پارامترهای رنگی در پارامتر A با همبستگی ۹۴ درصد اتفاق افتاد و بعد از آن پارامترهای L و B به ترتیب همبستگی ۹۲ درصد و ۸۲ درصد را به خود اختصاص دادند. با کاهش رطوبت پارامتر L و B روندی کاهشی و پارامتر A روند افزایشی داشته و از مقادیر منفی به مقدار مثبت متغیر بوده است که با نتایج نوروزی و همکاران (۱۳۹۵) تطابق داشته است. و همچنین با توجه به MAD، FC و نقطه PWP زمان آبیاری کدو سبز رطوبت ۲۰ درصد یعنی روز پنجم تعیین شد که در این حالت پارامترهای رنگی L و B به ترتیب به ۶۸ و ۳۷/۳ می باشند و پارامتر A مقدار ۱۹- را دارا می باشد. شایان به ذکر است که مدل درختی C5 با دقت ۹۵/۸۵ درصد با در نظر گرفتن روزهای اعمال تنش توانست به پیش بینی تنش های اعمال شده در گیاه کدو سبز بپردازد درحالی که بدون در نظر گرفتن روزها دقت آن به ۹۱/۱۹ درصد کاهش یافت و این حاکی از اهمیت متغیر

سناریوی دوم (بدون در نظر گرفتن روزهای اعمال تنش)

جدول فوق نشان داد که مدل C5 بدون در نظر گرفتن روز های اعمال تنش با دقت ۹۱/۱۹ درصد ۳۵۲ کلاس تنش رطوبتی را از ۳۸۶ کلاس به درستی و ۳۴ مورد را اشتباه پیش بینی کرده است و خطای آن معادل ۸/۸۱ درصد بوده است.

جدول ۷ بیانگر ماتریس تطابق C5 بدون در نظر گرفتن تعداد روزهای اعمال تنش می باشد که بیشترین خطاها در این حالت مربوط به درصد آبیاری ۲۰، ۸۰، ۶۵ بوده است که به ترتیب دو بار درصد آبیاری ۷۵، ۰ و ۱۰۰ پیش بینی شده است که در آن فقط عدم تفکیک درصد آبیاری ۶۵ از ۱۰۰ قابل توجه بوده که این امر مربوط به روز اول و سوم بوده و این نیز به دلیل عدم تاثیر تنش خشکی در روزهای اول می باشد.

براساس شکل ۹ درحالی که روزهای اعمال تنش به عنوان متغیر ورودی مدل نبوده است سایر متغیرها از ضریب اهمیت نسبتا یکسانی برخوردار بوده اند بگونه ای که متغیر $\frac{A}{B}$ با اختلاف ۰/۰۵ نسبت به A که کمترین اهمیت را داراست بیشترین ضریب اهمیت را دریافت کرده است.

نتیجه گیری

این پژوهش با هدف بررسی ارتباط رنگ با کمبود رطوبت خاک

وزارت آموزش و پرورش . ۱۳۸۰.

نوروزی، ن.، حسام، م.، قربانی، خ.، و هزارجریبی، ا. ۱۳۹۵. تعیین زمان آبیاری با استفاده از متدهای کامپیوتری در سیستم RGB. همایش ملی و همایش بین المللی محیط زیست، منابع طبیعی، کشاورزی و انرژی پاک.

نوروزی، ن.، حسام، م.، قربانی، خ.، و هزارجریبی، ا. ۱۳۹۵. تعیین زمان آبیاری با استفاده از متدهای کامپیوتری در سیستم CMYK. همایش ملی و همایش بین المللی محیط زیست، منابع طبیعی، کشاورزی و انرژی پاک.

ویسی، شادمان.، ناصری، ع.، و حمزه، ع. ۱۳۹۵. تعیین زمان آبیاری مزارع نیشکر با استفاده از دماسنج مادون قرمز حرارتی و رطوبت خاک ناحیه ریشه. پژوهش های حفاظت آب و خاک. ۲۳.

Bhardwaj, A., Sharma, A., and Shrivastava, V. 2012. Data Mining Techniques and Their Implementation in Blood Bank Sector –A Review. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 2.4: 1303-1309.

Dubey. S.R., Jalal, A.S. 2015. Application of Image Processing in Fruit and Vegetable Analysis: A Review. Journal of Intelligent Systems, 24. 4: 405-424.

Huguet J-G, Li SH, Lorendeau JY, Pellous G. 1992. Specific micromorphometric reactions of fruit trees to water stress and irrigation scheduling automation. Journal of Horticultural Science 6, 631-40.

Jackson, R.D., Idso, S.B., Reginato, R.J. and Pinter, J.R. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. Water Resources Research. 17.4: 1133-1138

Jones, H. 1999. Use of infrared thermometry for estimation of stomatal conductance as a possible aid to irrigation scheduling. Agricultural and Forest Meteorology. 95.139-149.

Uan, G., Sen-lin, L., Hong-bo, J., Tie-mei, Z. and Yi-wen, H. 2007. May. Type 2 diabetes data processing with EM and C4. 5 algorithm. In 2007 IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering (pp. 371-377). IEEE.

Khalilinezhad, M., and Minaee Bidgoli, B. 2009. Data mining in medicine. The Third Iran Data Mining Conference.

Moriana A, and Fereres E. 2002. Plant indicators for scheduling irrigation of young olive trees. Irrigation Science 21, 83-90.

Steger, A.J., Silvertooth, J.C. and Brown P.W. 1998. Upland cotton growth and yield response to timing the initial postplant irrigation. Agronomy Journal. 90.4: 455-461

روز در اجرای مدل نیز بود و بعد از آن بررسی اهمیت متغیرها نشان داد که پارامترهای رنگی به تنهایی از اهمیت چندانی برخوردار نبوده اند بلکه تفاضل و تقسیم آنها به عنوان متغیرهای ترکیبی اهمیت بیشتری در اجرای مدل داشته اند. با توجه به نوپایی و جدید بودن این روش و عدم وجود تحقیقات در این زمینه می توان با توسعه و ادامه تحقیقات، از نمایه رنگ برگ و شفافیت آن در تعیین وضعیت رطوبتی خاک و زمان آبیاری به صورت گسترده استفاده نمود.

منابع

حسینی، ی.، کرمی، ی.، رضازاده، ر.، واحمدی راد، م. ۱۳۹۰. نشریه ترویجی آشنایی با روش کم آبیاری (ضرورتی فراموش شده). سازمان جهاد کشاورزی هرمزگان.

اداری، ع. ۱۳۹۲. برنامه ریزی آبیاری. دانشگاه جامع علمی-کاربردی مرکز آموزش عالی علمی-کاربردی امام خمینی (ره).

رضاءوردی نژاد، و.، سهرابی، ت.، و لیاقت، ع. ۱۳۸۶. برنامه ریزی آبیاری ذرت در مراحل مختلف رشد با استفاده از شاخص اختلاف دمای پوشش سبز گیاه و هوا. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان. دانشگاه شهید باهنر. انجمن مهندسی آبیاری و آب.

شاهرخ نیا، م. ع. ۱۳۹۴. برنامه ریزی آبیاری. نشریه فنی-ترویجی. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی فارس.

شریفان، ح.، قربانی، خ. ۱۳۹۳. بهبود برآورد تبخیر-تعرق پتانسیل با استفاده از ضریب اصلاحی به کمک مدل درخت تصمیم M5. نشریه آبیاری و زهکشی. ۱، ۸: ۵۱-۵۹.

عباسی، م. ۱۳۹۷. کاربرد CoreIDRAW. چاپ دوم، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران. ۳۶۸.

عنابی میلانی، ا.، نیشابوری، م.، مصدقی، م.، و زارع حق، د. ۱۳۹۴، واکنش هدایت روزنه ای به تغییرات پتانسیل آب برگ و دمای تاج در درخت بادام تحت تنش شوری و کمبود آب، نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹، ۳.

فرحناکی، ع.، و افشاری جویباری، ح. ۱۳۸۸. امکان استفاده از نرم افزار فتوشاپ برای اندازه گیری مواد غذایی: بررسی تغییرات رنگ خرما می مضافتی بم در طی رساندن مصنوعی. پژوهش های صنایع غذایی ایران. ۵، ۱: ۳۷-۴۶.

محلوجی، م.، کرمی، م.، و موسوی، ف. ۱۳۷۹. تعیین زمان آبیاری لوبیا چیتی بر اساس اتومتر نوع پیچ و تطبیق آن با پتانسیل آب در برگ. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۱: ۴۴۵-۴۵۴.

مصدقی راد، م. ۱۳۹۴. تکنولوژی و کارگاه پیش از چاپ ۲. انتشارات

Temperature on Cotton Leaf Temperature. Agron. J. 58: 552-556.

Zheng C, Sun, D.W. and Zheng, L. 2006. Recent developments and applications of Image features for food quality evaluation and inspection. Food Science & Technology, 17:113-128.

Sun, D.W., Zheng, C. and Zheng, L. 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection-a review. Trends in Food Science & Technology, 17, 642-655.

Wiegand, C.L., and Namken, L.N. 1966. Influences of Plant Moisture Stress, Solar Radiation and Air

Determination of irrigation time of zucchini using leaf color in LAB color system and evaluation by C5 tree model

S. Abedian¹, M. Hesam^{2*}, Kh. Ghorbani³, N. Noroozi⁴

Received: Nov.08, 2019

Accepted: Feb.10, 2020

Abstract

Considering Iran's climate condition, which is one of the arid and semi-arid countries of the world, irrigation planning is a type of management operation to properly determine irrigation time. One of the fastest and most accurate methods to determine the irrigation time is to use plant index. This study aimed to investigate the relationship between leaf color and soil moisture deficiency by LAB color system to determine irrigation time and modeling of water stresses by C5 tree model in **zucchini** plants with 20 irrigation treatments from 100% to 15% with 5% spacing and two non-irrigated treatments (Control) and over-irrigation (120%). Weight and moisture content of leaves were measured daily for 20 consecutive days and finally results showed that with decreasing moisture, L (Lightness) and B (Blue-yellow) parameters decreased and A (Green-red) increased. Irrigation time was also determined for pumpkin plant, fifth day at $L = 68$, $A = -19$ and $B = 37.3$. On the other hand, using the C5 tree model to predict soil moisture stresses under two scenarios (taking into account the day and not taking into account the day) showed that this model was more accurate with respect to the days of stress application with a value of 95/85. Percentage. Therefore, leaf surface color in LAB color system can be used to determine irrigation time and to determine the amount of stress.

Keywords: Irrigation planning, leaf color index, LAB color Model, C5 tree algorithm

1- Graduate M.Sc. of Irrigation and drainage Engineering, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3- Associate Professor, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4- Graduate M.Sc. of Irrigation and drainage Engineering, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

(* - Corresponding Author Email: mhesam@yahoo.com)