ارزیابی روش FAO برای برآورد آب مصرفی گیاه کلزا در استان هرمزگان

ابوالفتح مرادی[۱]

تاریخ ارسال:۱۳۹۶/۰۴/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۱۱/۰۲

چکیده

به علت کمبود اطلاعات اندازه گیری شده آب مصرفی گیاهان در استان هرمزگان، در اکثر پروژه های آبیاری از داده های آب مصرفی برآورد شده از روش FAO بدون ارزیابی تطابق و همخوانی آنها برای منطقه استفاده می شود که می تواند منجر به هدرفت آب و یا بروز تنش کمبود آب در گیاه گردد. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی دقت روش FAO برای برآورد آب مصرفی کلزا در استان هرمزگان انجام گرفت. بدین منظور ابتدا اقدام به نصب یک دستگاه لایسیمتر در مرکز قطعه زمینی به مساحت ۴ هکتار نموده، سپس در داخل و اطراف آن، گیاه کلزا رقم Hyula-401 کشت و آب مصرفی آن بطور هفتگی به روش بیلان آبی اندازه گیری شد. پارامترهای اقلیمی از قبیل دما و رطوبت نسبی هوا، سرعت باد، ساعات آفتابی و بارندگی درایستگاه هواشناسی موجود در محل آزمایش اندازه گیری و با استفاده از آنها، تبخیر-تعرق گیاه مرجع به روش پنمن-مانتیث FAO محاسبه و از حاصلضرب آن در ضریب گیاهی(Kc) تعیین شده بر اساس دستورالعمل FAO ، آب مصرفی کلزا در دوره های هفتگی محاسبه و با مقادیر بدست آمده از لایسیمتر مقایسه شد. نتایج نشان داد روش FAO از دقت خوبی در برآورد آب مصرفی فصلی گیاه کلزا در منطقه مورد آزمایش برخوردار می باشد، اما چنانچه هدف برنامه ریزی آبیاری در سطح مزرعه باشد، این روش آب مصرفی هفتگی را به میزان ۰/۰۶ تا ۱/۵ میلی متر در روز بیش از واقع برآورد می کند. لذا بهتر است مقدار آب مصرفی برآورد شده از روش FAO با استفاده از معادله رگرسیونی ارائه شده در این تحقیق تعدیل گردد.

کلمات کلیدی- آب مصرفی، روش FAO، ضریب گیاهی، کلزا، لایسیمتر

[۱]استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، ۰۹۱۷۴۳۴۶۶۵۶، moradi1373@gmail.com (نویسنده مسئول)

مقدمه

کمبود فزاینده آب و کاهش روزافزون کیفیت آن از اساسی ترین معضلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله استان هرمزگان با میانگین بارندگی ۱۸۰ میلی متر در سال می باشد. علاوه بر کمبود آب با کیفیت مناسب در این استان، مصرف بی رویه آب به علت عدم آگاهی از میزان آب مصرفی یا تبخیر-تعرق گیاهان منجر به از دست رفتن منابع آب موجود می گردد. ادامه این روند به همراه خشکسالی های اخیر نه تنها بخش کشاورزی استان را با مشکل مواجه می سازد بلکه بر سایر بخش های جامعه نیز تاثیر گذاشته و نسل های آینده را تهدید می نماید. بنابراین، لازم است تا از منابع آب موجود به نحو موثر و مطلوب استفاده شود. استفاده موثر از منابع آب مستلزم آگاهی از آب مصرفی یا تبخیر-تعرق گیاه می باشد. آب مصرفی معمولاً به روش مستقیم از طریق کاشت گیاه در درون لایسیمتر (جعبه کشت) اندازه گیری و یا به روش غیرمستقیم در دو مرحله برآورد می گردد. در روش غیر مستقیم، ابتدا تبخیرتعرق یا آب مصرفی گیاه مرجع (ET_o) با استفاده از مدل هایی که از داده های اقلیمی نظیر دما و رطوبت نسبی هوا، ساعات آفتابی و سرعت باد استفاده می نمایند محاسبه و سپس از ضرب نمودن آن در ضریب گیاهی، آب مصرفی گیاه مورد نظر برآورد می شود (Modaberi and Assari, Allen, 2000; 2014). تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ET_o) منعکس کننده اثر عوامل اقلیمی بر آب مصرفی گیاه بوده و عبارت از میزان تبخیر و تعرق از یک سطح وسیع پوشیده شده از یک گیاه چمن فرضی با ارتفاع ۱۲ سانتیمتر، مقاومت سطحی ۷۰ ثانیه بر متر و ضریب بازتابش ۰/۲۳ می باشد (Allen, 2000; Katerji and Rana, 2014). ضریب گیاهی (Kc) ضریبی است که منعکس کننده اثر خصوصیات گیاه از قبیل مقاومت روزنه ای، ضریب بازتابش نور توسط گیاه، ارتفاع و درصد پوشش زمین توسط گیاه بر آب مصرفی می باشد.

سازمان خواربار و کشاورزی جهانی(FAO) در سال ۱۹۷۷ چهار مدل شامل پنمن و بلینی کریدل اصلاح شده، تشعشع و تشتک تبخیر را برای برآورد آب مصرفی گیاه مرجع ارائه نمود(Doorenbos and Pruitt, 1977). این سازمان سپس با انجام اصلاحاتی بر روی مدل پنمن-مانتیث، نهایتا در سال ۱۹۹۸ مدل پنمن-مانتیث FAO را به عنوان یک مدل استاندارد برای برآورد ET_o معرفی نمود(Allen et al., 1998; Cordova et al., 2015).

سازمان خواربار و کشاورزی جهانی همچنین دوره رشد گیاهان را به چهار مرحله رشد اولیه، توسعه، میان فصلی و پایانی تقسیم و مقادیر ضریب گیاهی برای هریک از این مراحل را برای گیاهان مختلف در جداولی ارائه نموده است. با استفاده از این ضرایب و با توجه به تاریخ کاشت و طول مراحل رشد گیاه، منحنی ضریب گیاهی برای گیاه مورد نظر رسم و به کمک آن ضریب گیاهی برای سایر دوره ها در طول فصل رشد گیاه تعیین می گردد. بنابراین، در روش دو مرحله ای FAO برای تعیین آب مصرفی گیاه، ابتدا آب مصرفی گیاه مرجع به روش پنمن-مانتیث محاسبه و سپس در ضریب گیاهی استخراج شده از منحنی ضریب گیاهی برای دوره های مختلف رشد گیاه ضرب می گردد.

علاوه بر مصرف بی رویه آب در نتیجه عدم وجود اطلاعات مربوط به آب مصرفی گیاهان، در اکثر پروژه های آبیاری که بر مبنای اصول علمی طراحی می شوند از داده های آب مصرفی برآورد شده از روش FAO بدون ارزیابی تطابق و همخوانی آنها برای منطقه استفاده می شود که بعضا منجر به تخمین کمتر آب مصرفی و یا هدر رفت آب می گردد. برای مثال، Sánchez et al. (2014) مقادیر آب مصرفی برآورد شده از روش FAO برای گیاهان کلزا و آفتابگردان را با داده های اندازه گیری شده از لایسیمتر مقایسه و نتیجه گرفتند که روش FAO میزان آب مصرفی گیاهان یاد شده را بترتیب ۱/۷ و ۱/۱ میلی متر در روز کمتر برآورد می نماید. Islam and Hossain (2010) درتحقیقی که بر روی ذرت انجام دادند

نتیجه گرفتند که روش FAO آب مصرفی گیاه را ۱۰ درصد کمتر از مقدار اندازه گیری شده از لایسیمتر برآورد می نماید. مجنونی هریس و همکاران (۱۳۸۵) نیز در تحقیق مشابهی نتیجه گرفتند که روش FAO میزان آب مصرفی ذرت را کمتر از واقع برآورد می کند.

Er-Raki et al. (2008) آب مصرفی گیاه زیتون را با استفاده از روش FAO برآورد نموده و دریافتند که این روش مقدار آب مصرفی را در حدود ۱۸ درصد بیشتر برآورد می نماید. طی تحقیقی که توسط Zeleke and Wade (2012) در استرالیا انجام شد، روش FAO آب مصرفی کلزا را به میزان ۷/۳ درصد بیشتر از مقدار اندازه گیری شده (۳۱۳ میلی متر) برآورد نمود. Allen (2000) نیز ۱۸ درصد برآورد بیشتر آب مصرفی گیاه با روش FAO در مقایسه با آب مصرفی برآورد شده از طریق سنجش از راه دور را نتیجه گرفت. پورمحمدی و همکاران (۱۳۹۴) نیاز آبی گیاهان جو و گردو بدست آمده از روش الگوریتم توازن انرژی سیال کوهستانی را با میزان نیاز آبی ارائه شده در سند ملی آبیاری (برآورد شده از روش FAO) مقایسه و نتیجه گرفتند که این روش نیاز آبی گردو را ۱۳ درصد کمتر و نیاز آبی جو را ۱۶ درصد بیشتر از مقدار ارائه شده در سند ملی آبیاری برآورد می نماید. یار احمدی و رحیمی خوب (۱۳۹۳) از دمای سطح زمین به جای دمای هوا به عنوان ورودی مدل هارگریوز استفاده و مقادیر تبخیرتعرق گیاه مرجع را با استفاده از آن محاسبه نمودند. سپس نتایج بدست آمده از این مدل به همراه تبخیرتعرق محاسبه شده از مدل هارگریوز اولیه (استفاده از دمای هوا به عنوان ورودی) را با نتایج حاصله از مدل پنمن-مانتیث FAO مقایسه و نتیجه گرفتند که هر دو مدل از دقت یکسانی در برآورد تبخیرتعرق گیاه مرجع برخوردار بودند. محمدرضاپور و همکاران(۱۳۹۴) توانایی روش برنامه ریزی ژنتیک برای مدل سازی تبخیرتعرق ماهانه را با مدل پنمن- مانتیث FAO مورد ارزیابی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که برنامه ریزی ژنتیک روش مناسبی برای مدل سازی تبخیرتعرق ماهانه می باشد. بافکار و همکاران (۱۳۹۲) نیز طی آزمایشی دریافتند که آب مصرفی برآورد شده از روش FAO همخوانی و مطابقت خوبی با داده های آب مصرفی اندازه گیری شده از لایسیمتر داشت.

کلزا گیاهی است که به واسطه درصد و کیفیت بالای روغن آن (بیش از ۴۰ درصد روغن در دانه و درحدود ۴۰ درصد پروتئین درکنجاله (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸) درسال های اخیر جایگاه ویژه ای درتامین روغن موردنیاز کشور پیدا کرده و کشت آن در بسیاری از مناطق ایران از جمله استان هرمزگان رایج شده است. روغن کلزا به واسطه مقادیر کم اسید اروسیک (کمتر از ۲ درصد) و گلوکزینولات ها (کمتر از ۳۰ میکرومول بر گرم) یکی از سالم ترین روغن های خوراکی برای مصرف انسان است(Wanasundara et al., 2016). علیرغم گرایش روز افزون زارعین به کشت این گیاه، متاسفانه تاکنون هیچگونه تحقیقی در خصوص اندازه گیری مستقیم آب مصرفی کلزا با استفاده از لایسیمتر در استان هرمزگان صورت نگرفته و آب مصرفی این گیاه عمدتاً از روش FAO برآورد می شود. از آنجایی که دقت و کارایی این روش در برآورد آب مصرفی کلزا در استان هرمزگان مورد آزمون و مقایسه با داده های واقعی حاصل از اندازه گیری مستقیم با لایسیمتر قرار نگرفته است، استفاده از نتایج این روش بدون ارزیابی دقت و واسنجی احتمالی آن می تواند منجر به هدررفت آب و یا بروز تنش کمبود آب در گیاه گردد. بنابراین، به منظور تخمین دقیق تر آب مصرفی کلزا در استان هرمزگان، لازم است تا میزان آب مصرفی برآورد شده از روش FAO با داده های اندازه گیری شده از لایسیمتر مقایسه و در صورت نیاز تصحیح گردد. لذا هدف از انجام این تحقیق تعیین آب مصرفی گیاه کلزا با استفاده از روش دو مرحله ای FAO و مقایسه آن با داده های اندازه گیری شده از لایسیمتر و ارزیابی دقت این روش در برآورد آب مصرفی کلزا در استان هرمزگان می باشد

.

مواد و روش ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حاجی آباد به عرض جغرافیایی ۲۷/۱۳ درجه شمالی ، طول جغرافیایی ۵۶/۲۲ درجه شرقی و ارتفاع ۹۲۰ متر از سطح دریا در شمال استان هرمزگان انجام گرفت. میانگین سالانه دمای هوا در حاجی آباد ۲۲/۳ درجه سانتیگراد و میانگین سالانه رطوبت نسبی آن ۴۰ درصد می باشد. شهرستان حاجی آباد دارای میانگین بارندگی سالانه ۲۲۶/۷ میلی متر و میزان تبخیر ۲۳۰۰ میلی متر در سال می باشد(محبی، ۱۳۷۷).

در این تحقیق ابتدا اقدام به نصب یک دستگاه لایسیمتر زهکش دار مربع شکل به ابعاد ۱/۹× ۳×۳ متر در مرکز قطعه زمینی به مساحت ۴ هکتار گردید. بدین منظور ابتدا در مرکز زمین مورد نظر گودالی به ابعاد کمی بزرگتر از لایسیمتر حفر شد. برای این کار ابتدا پروفیل خاک را به لایه های ۳۰ سانتیمتری تقسیم و خاک هر لایه بطور جداگانه در مجاورت لایسیمتر قرار داده شد. پس از حفاری محل، سطوح داخلی و خارجی لایسیمتر به منظور جلوگیری از پوسیدگی قیرگونی گردید. در مرحله بعد، با استفاده از جرثقیل لایسیمتر را در داخل گودال حفاری شده قرار داده و در کف آن بترتیب لایه هایی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر سنگریزه درشت، ۱۰ سانتیمتر سنگریزه با ابعاد کوچکتر و ۱۰ سانتیمتر شن ریخته شد. سپس یک توری گالوانیزه جهت جلوگیری از شسته شدن ذرات خاک بر روی آن قرار داده و خاک هر لایه مجددا" به جای اولیه برگردانده شد (Aboukhaled et al., 1982). به منظور یکنواختی خاک درون لایسیمتر با شرایط اطراف، پس از قرار دادن خاک هر لایه در داخل لایسیمتر، آن را فشرده و سپس اشباع نموده تا نشست کند. به منظور اندازه گیری آب زهکشی شده از لایسیمتر، اتاقکی در داخل زمین در فاصله ۱۵ متری آن احداث و از لایسیمتر به داخل اتاقک لوله کشی گردید. برای نزدیک شدن شرایط خاک درون لایسیمتر با محیط اطراف، در سال اول در داخل لایسیمتر کشت صورت نگرفت. در سال بعد، قبل از انجام آزمایش، از خاک درون لایسیمتر در عمق ۰ تا ۱۵۰ و در فواصل ۳۰ سانتیمتری نمونه برداری و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آن اندازه گیری(جدول۱) و سپس در داخل و اطراف لایسیمتر، کلزا رقم Hyula-401 کشت شد. رطوبت ظرفیت مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) خاک در عمق ۰ تا ۴۰ سانتیمتری(عمق موثر ریشه گیاه کلزا) نیز با استفاده از دستگاه محفظه فشاری اندازه گیری گردید.این مقادیر به ترتیب برابر۱۹/۵ و ۸/۷ درصد جرمی بود. جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از نمونه دست نخورده و به روش استوانه (Blake and Hartge, 1986) اندازه گیری شد. آب مورد استفاده برای آبیاری کلزا نیز مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۱- مقادیر برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک درون لایسیمتر در اعماق مختلف

ویژگی خاک	عمق خاک (سانتیمتر) ۳۰-۰	۶۰-۳۰	۹۰-۶۰	۱۲۰-۹۰	۱۵۰-۱۲۰
بافت	لوم شنی	لوم	لوم	لوم شنی	لوم شنی
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۱/۳۵	۱/۴۰	۱/۳۹	۱/۴۲	۱/۴۴
هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۲/۶۵	۲/۹۱	۲/۵۶	۲/۷۲	۲/۶۱
اسیدیته	۷/۸۹	۷/۹۷	۸/۰۶	۸/۰۵	۸/۰۲
کل مواد خنثی شونده (درصد)	۲۹/۷	۲۶/۹	۲۶/۴	۳۱/۵	۳۰/۹
ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی اکی والان در صد گرم)	۹/۸۰	۱۴/۷۰	۱۵/۷۰	۸/۳۰	۸/۹۰
کربن آلی(درصد)	۰/۶۵	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۱۴	۰/۰۸
ازت کل(درصد)	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۷
فسفر قابل جذب(میلی گرم در کیلوگرم)	۶/۶۳	۳/۷۸	۳/۵۸	۲/۹۴	۲/۲۲
پتاسیم قابل جذب(میلی گرم در کیلوگرم)	۱۶۸/۰۰	۲۰۴/۰۰	۱۳۸/۰۰	۸۸/۰۰	۹۰/۰۰

جدول ۲- مقادیر برخی خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده برای آبیاری

پارامتر	مقدار
هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتیمتر)	۱۶۲۵
اسیدیته	۷/۸۳
کلسیم (میلی اکی والان در لیتر)	۳/۴
منیزیم (میلی اکی والان در لیتر)	۴/۲
سدیم (میلی اکی والان در لیتر)	۸/۶
بیکربنات (میلی اکی والان در لیتر)	۴/۲
کلر (میلی اکی والان در لیتر)	۵/۲
سولفات (میلی اکی والان در لیتر)	۶/۸
نسبت جذب سدیم	۳/۱۲
کلاس آب (از نظر شوری وقلیائیت)	C3S1

پس از تعیین خصوصیات خاک و آب و کاشت گیاه، تبخیر- تعرق از آن بطورهفتگی به روش بیلان آبی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد

$$ET=I+P+\Delta SW-D \qquad (1).$$

ET تبخیر- تعرق گیاه حسب میلی متر :

I : عمق آب آبیاری حسب میلی متر

P : میزان بارندگی حسب میلی متر

D : میزان آب زهکشی شده ازلایسیمترحسب میلی متر

ΔSW: تغییرات رطوبت خاک درون لایسیمتر در ابتدا و انتهای دوره هفتگی حسب میلی متر و برابر است با SW_1-SW_2

SW_1 و SW_2 : عمق آب موجود در خاک بترتیب در ابتدا و انتهای دوره هفتگی حسب میلی متر

مقدار آب آبیاری از طریق کنتور نصب شده در مسیر آب ورودی به لایسیمتر و مقدار بارندگی با استفاده از باران سنج اندازه گیری گردید. آب زهکشی شده از لایسیمتر نیز توسط لوله ای به چاهک اندازه گیری موجود در فاصله ۱۵ متری آن هدایت و از آنجا در بشکه ای جمع آوری و حجم آن اندازه گیری شد.

رطوبت خاک در داخل لایسیمتر تا عمق ۱۵۰ سانتیمتر و در فواصل ۳۰ سانتی متری به طور هفتگی قبل از آبیاری و درعمق۰ تا۴۰ سانتی متری دو بار در هفته به روش جرمی اندازه گیری گردید. آبیاری کلزا زمانی صورت میگرفت که تقریبا ۴۰ تا ۵۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در ناحیه ریشه مصرف و میزان آب آبیاری برمبنای رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه با استفاده از رابطه (۲) محاسبه و اعمال گردید.

$$d_i=\frac{(\theta_{mFC}-\theta_{mi})\times A_s \times D}{100} \qquad (2)$$

در رابطه فوق di عمق آب آبیاری حسب میلی متر، As چگالی ظاهری خاک، D عمق خاک ناحیه ریشه گیاه حسب میلی متر، Θ_{mFC} و Θ_{mi} بترتیب رطوبت جرمی خاک در ظرفیت مزرعه و در شرایط موجود حسب درصد می باشد.

میزان تخلیه رطوبت خاک ناحیه ریشه گیاه در فاصله بین دو آبیاری متوالی نیز با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد

$$SMD\ \frac{(\theta_{mFC}-\theta_{mi})\times A_s}{AW}\times 100 \qquad (3).$$

در رابطه فوق SMD تخلیه رطوبت خاک حسب درصد، Θ_{mFC} و Θ_{mi} بترتیب رطوبت جرمی خاک در ظرفیت مزرعه و در شرایط موجود حسب درصد، As چگالی ظاهری خاک و AW رطوبت حجمی قابل استفاده گیاه در خاک می باشد.

پارامترهای اقلیمی از قبیل دما و رطوبت نسبی هوا، سرعت باد، ساعات آفتابی و بارندگی درایستگاه هواشناسی موجود در محل آزمایش اندازه گیری و با استفاده از آنها آب مصرفی یا تبخیر-تعرق گیاه به روش دو مرحله ای FAO محاسبه شد. در این روش ابتدا تبخیر-تعرق گیاه مرجع به روش پنمن-مانتیث FAO (رابطه ۴) محاسبه و سپس از حاصلضرب آن در ضریب گیاهی(Kc) کلزا، آب مصرفی کلزا در دوره های هفتگی محاسبه شد(رابطه ۵). ضریب گیاهی کلزا با استفاده از اطلاعات طول دوره و مراحل رشد گیاه، سرعت باد و رطوبت نسبی حداقل روزانه، بر اساس دستورالعمل ارائه شده توسط FAO (Allen et al., 1998) برای مراحل رشد اولیه، توسعه، میان فصلی و پایانی گیاه محاسبه و با استفاده از آنها منحنی ضریب گیاهی برای کل دوره رشد گیاه رسم شد. سپس با استفاده از این منحنی و از طریق درون یابی مقادیر ضریب گیاهی برای دوره های هفتگی بدست آمد.

$$ET_o=\frac{408\Delta(R_n-G)+\gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34u_2)} \qquad (4)$$

ET_o تبخیر-تعرق گیاه مرجع، Δ شیب منحنی فشار بخار در مقابل درجه حرارت (کیلوپاسکال بر درجه سانتیگراد)، Rn تشعشع خالص رسیده به سطح گیاه (مگاژول بر متر مربع در روز)، G شار حرارتی خاک (مگاژول بر متر مربع در روز)، γ ثابت سایکرومتری (کیلوپاسکال بر درجه سانتیگراد)، T میانگین دمای هوا (درجه سانتیگراد)، u_2 سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (متر بر ثانیه) و (es – ea) کمبود فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال) می باشد

$$ET_c=K_c\times ET_o \qquad (5).$$

ET_c آب مصرفی یا تبخیر-تعرق واقعی گیاه و K_c ضریب گیاهی است.

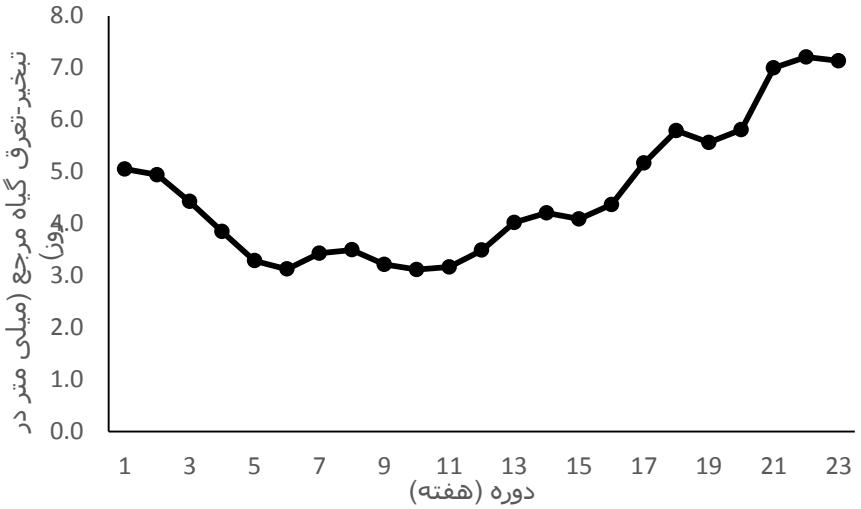
نتایج و بحث

به منظور اطمینان از عدم محدودیت آب و وقوع شرایط پتانسیل در تعیین آب مصرفی گیاه، میزان تخلیه رطوبت در خاک ناحیه ریشه گیاه درون لایسیمتر در فاصله بین دو آبیاری متوالی در طول فصل رشد کلزا اندازه گیری شد(شکل ۱). همچنانکه در شکل نشان داده شده است میزان تخلیه رطوبت خاک در فاصله بین دو آبیاری در تمام دوره ها در محدوده ۲۸/۶ تا ۵۱/۴ درصد بوده که از میزان تخلیه مجاز رطوبت (۶۰ درصد آب قابل استفاده خاک) تقریبا ۸ درصدکمتر است. این امر بیانگر عدم محدودیت آب در ناحیه فعال ریشه گیاه می باشد.

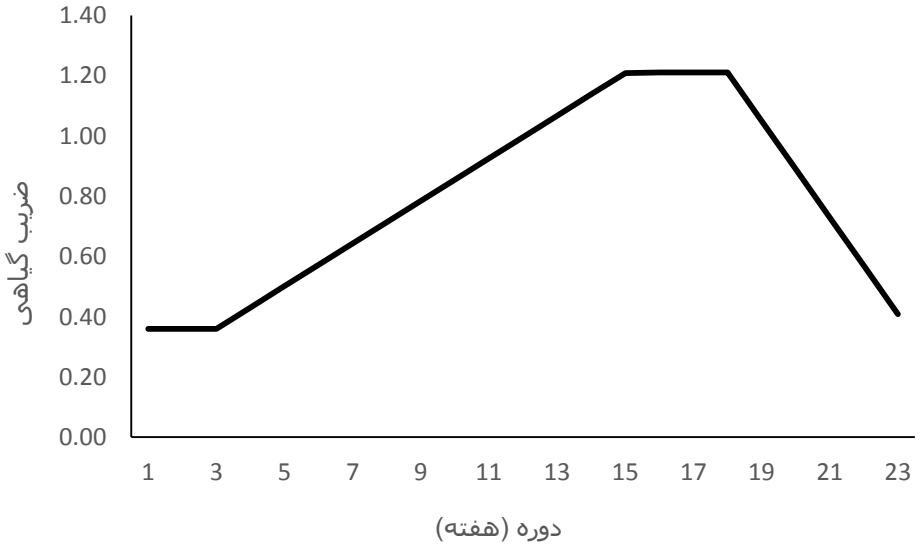
شکل ۱- تغییرات میزان تخلیه رطوبت در عمق ۰ تا ۴۰ سانتیمتری خاک درون لایسیمتر در طول دوره رشد کلزا

شکل (۲) تغییرات تبخیر-تعرق گیاه مرجع برآورد شده به روش پنمن مانتیث FAO در طول فصل رشد کلزا را نشان می دهد. تبخیر-تعرق گیاه مرجع منعکس کننده قدرت تبخیرکنندگی اتمسفر بوده و لذا از شروع فصل رشد تا هفته ششم با کاهش دمای هوا و میزان تشعشع رسیده به سطح کاهش یافته است (شکل ۶). از این زمان به بعد تبخیر-تعرق گیاه مرجع تا هفته دهم کم و بیش ثابت بوده و مجددا با افزایش دما، تشعشع و سرعت باد و کاهش روبت نسبی هوا بتدریج افزایش یافته است. شکل (۳) تغییرات ضریب گیاهی کلزا در طول فصل رشد را نشان می دهد. بر اساس این شکل ضریب گیاهی کلزا در مرحله اولیه رشد ۰/۳۶ بوده که بتدریج با افزایش رشد گیاه افزایش یافته و به حداکثر مقدار خود (۱/۲۱) در هفته پانزدهم که مصادف با شروع دوره میان فصلی و رشد زایشی گیاه و ایجاد حداکثر پوشش سبز بوده رسیده است. در طول این دوره که به علت افزایش سریع دمای هوا در ماه اسفند در استان هرمزگان نسبتا کوتاه است ضریب گیاهی تقریبا ثابت بوده و پس از آن با شروع پیری، زرد شدن و ریزش برگ های گیاه بتدریج کاهش یافته است. شکل (۴) تغییرات هفتگی تبخیر-تعرق اداره گیری شده از لایسیمتر و برآورد شده به روش FAO در طول دوره رشد کلزا را نشان می دهد. در یک نگاه کلی می توان گفت از ابتدای دوره رشد تا دوره پنجم علارغم افزایش رشد گیاه، تبخیر- تعرق بتدریج کاهش یافته است که علت آن کاهش تبخیر-تعرق گیاه مرجع

(شکل۲) در نتیجه کاهش تشعشع، دما و رطوبت نسبی هوا (شکل۶) می باشد. از این دوره به بعد تبخیر- تعرق عمدتا" به علت افزایش در میزان رشد گیاه، دمای هوا و سرعت باد، افزایش و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود در دوره هجدهم، علیرغم افزایش تبخیر-تعرق گیاه مرجع (شکل ۲) در نتیجه افزایش دما و تشعشع، به علت تغییر درشرایط فیزیولوژیکی گیاه و پیری و ریزش برگ های آن و نزدیک شدن به زمان برداشت و در نتیجه کاهش ضریب گیاهی کلزا (شکل ۳) کاهش یافته است.



شکل ۲- تغییرات تبخیر-تعرق گیاه مرجع در طول دوره رشد کلزا

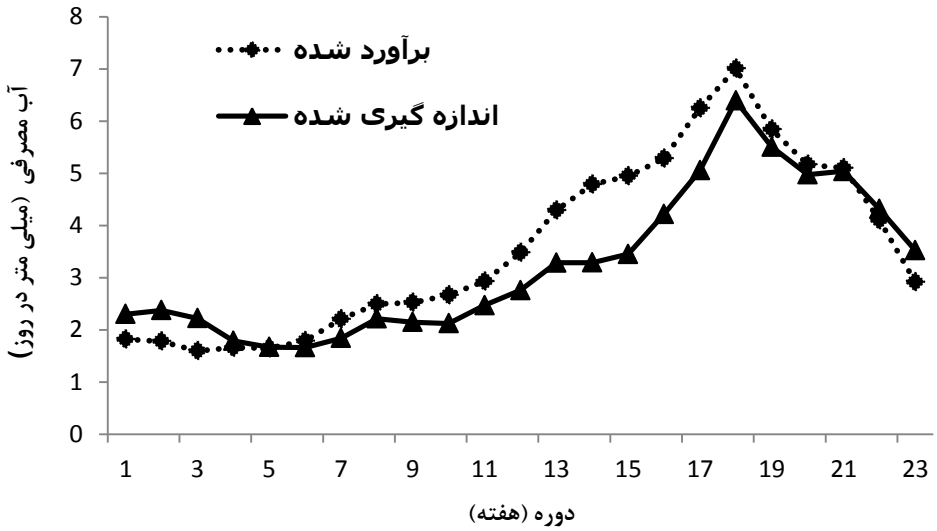


شکل ۳- تغییرات ضریب گیاهی (K_c) در طول دوره رشد کلزا در منطقه حاجی آباد هرمزگان

در اوایل دوره رشد گیاه، میزان تبخیر-تعرق برآورد شده از روش FAO، کمتر از مقادیر اندازه گیری شده از لایسیمتر بوده ولی بتدریج با افزایش زمان تا هفته هفدهم، میزان تبخیر-تعرق برآورد شده، از مقادیر حاصل از اندازه گیری بیشتر شده و پس از آن تا انتهای دوره رشد گیاه، مقادیر برآورد شده به

مقادیر اندازه گیری شده نزدیک شده است (شکل۴). تفاوت بین مقادیر تبخیر-تعرق یا آب مصرفی گیاه کلزا برآورد شده از روش FAO و اندازه گیری شده از لایسیمتر در دوره های ذکر شده می تواند به علت عدم همخوانی ضرائب گیاهی FAO و یا مدل پنمن-مانتیث توصیه شده توسط FAO برای برآورد آب مصرفی گیاه مرجع در منطقه مورد آزمایش باشد. عدم همخوانی ضرایب گیاهی پیشنهادی FAO با مقادیر واقعی توسط بافکار و همکاران(۱۳۹۲) در کرمانشاه نیز گزارش شده است. بر اساس نتایج نامبردگان، ضریب گیاهی اندازه گیری شده برای مراحل ابتدایی، میانی و انتهایی دوره رشد بترتیب برابر ۰/۵ ، ۱/۲۲ و ۰/۸۹ بوده است. در حالیکه ضرایب گیاهی FAO برای دوره های رشد یاد شده بترتیب ۰/۳۵ ، ۱/۲ و ۰/۶۸ بوده است. مرادی (۱۳۷۷) در تبریز مقادیر هفتگی ضریب گیاهی یونجه بدست آمده از روش FAO را با مقادیر اندازه گیری شده از لایسیمتر مقایسه و نتیجه گرفت که روش FAO ضریب گیاهی را کمتر برآورد می کند. Piccinni et al. (2009) در ایالت تگزاس آمریکا نیز عدم هخوانی ضرایب گیاهی FAO با مقادیر واقعی (اندازه گیری شده) را گزارش نموده اند. بر اساس نتایج نامبردگان، ضریب گیاهی FAO در مرحله رشد میانی بیشتر از مقدار اندازه گیری شده و در مراحل پایانی رشد کمتر از مقدار اندازه گیری شده بود. Hameed et al. (2014) در تحقیق انجام شده در پیشاور پاکستان نیز نتیجه گرفتند که ضرایب گیاهی FAO بیشتر از مقدار واقعی بود. در این تحقیق ضرایب گیاهی FAO در دامنه ۰/۳۵ تا ۱/۱ بود ولی مقادیر اندازه گیری شده در محدوده ۰/۲۴ تا ۱/۰ بود. Akanda et al. (2017) در تحقیقی که در بنگلادش انجام دادند نتیجه گرفتند که ضرایب گیاهی توصیه شده توسط FAO برای سیب زمینی بیش از مقدار واقعی اندازه گیری شده با لایسیمتر بوده و لذا استفاده از آن منجر به برآورد بیش از واقع آب مصرفی سیب زمینی می شود. در تحقیق مشابهی که توسط Carvalho et al. (2013) انجام شد استفاده از ضرایب گیاهی ارائه شده توسط FAO منجر به ۱۰ درصد برآورد بیشتر آب مصرفی سیب زمینی در مقایسه با مقدار اندازه گیری شده گردید. در تحقیق انجام شده توسط Lazar and Rana (2010) استفاده از ضرایب گیاهی ارائه شده توسط FAO منجر به تخمین بیش از اندازه آب مصرفی گیاهان لوبیا سبز، خربزه، پنبه، سیر، انگور و هلو در مقایسه با داده های اندازه گیری شده از لایسیمتر گردید. در تحقیقی که توسط مرادی و همکاران(۱۳۹۳) در حاجی آباد هرمزگان انجام شد اگرچه مدل پنمن-مانتیث در مقایسه با سایر مدل ها همخوانی بهتری با داده های حاصل از اندازه گیری مستقیم با لایسیمتر داشت ولی این مدل در ماه های سرد سال که مصادف با بخش اعظمی از دوره رشد گیاه کلزا در حاجی آباد است میزان تبخیر-تعرق گیاه مرجع را بیش از واقع برآورد می کند. این امر به نوبه خود می تواند آب مصرفی برآورد شده به روش FAO برای کلزا در ماه های سرد سال که مصادف با دوره های توسعه و میانی فصل رشد گیاه است را افزایش دهد. برآورد بیش از واقع تبخیر-تعرق گیاه مرجع توسط مدل پنمن-مانتیث در تحقیقات دیگر از جمله Steudeto et al. (1990) نیز گزارش شده است. بر اساس گزارش نامبردگان، مدل پنمن–مانتیث در مقادیر تبخیر– تعرق کمتر از ۵/۶ میلیمتر در روز مقدار تبخیر-تعرق گیاه مرجع را بیشتر و در مقادیر بالاتر از آن، این مقدار را کمتر از مقدار اندازه گیری شده با لایسیمتر برآورد می نماید. Garcia et al. (2003) نیز در آزمایشی در بولیوی نشان دادند که مدل پنمن-مانتیث در زمستان تبخیر-تعرق گیاه مرجع را بیش از مقدار واقعی اندازه گیری شده از لایسیمتر و در ماههای گرم سال (اواخر بهار و تابستان) آن را کمتر از مقدار واقعی برآورد می کند. Lopez-Urrea et al. (2006) در آزمایشی که به منظور ارزیابی مدل های پنمن و بلینی کریدل اصلاح شده توسط FAO ، تشعشع، هارگریوز و پنمن-مانتیث FAO برای برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع

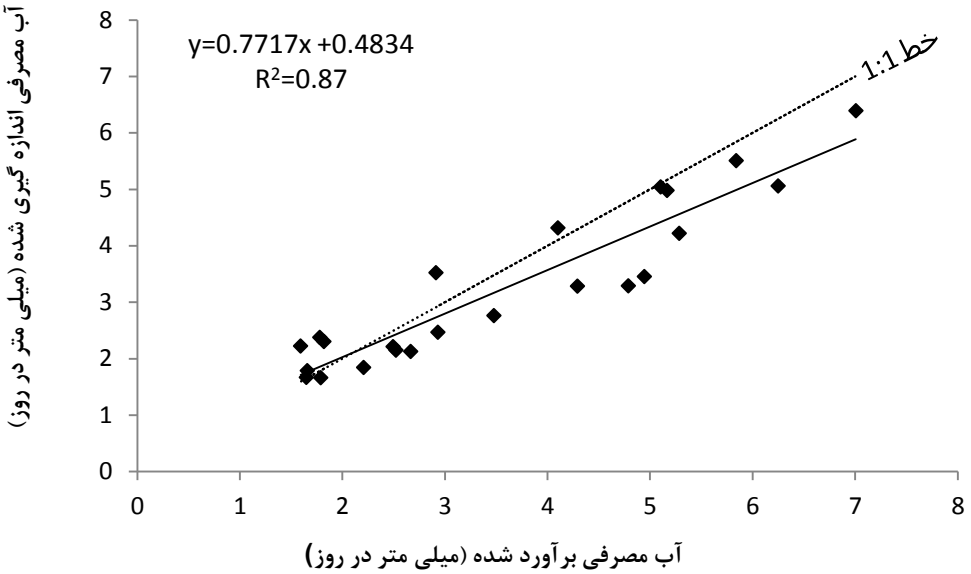
انجام دادند اگرچه نتیجه گرفتند که مدل پنمن-مانتیث FAO از دقت بهتری نسبت به سایر مدل های یاد شده برخوردار بود لیکن این مدل در مقادیر تبخیر-تعرق کمتر از ۴ میلی متر در روز مقدار تبخیرتعرق گیاه مرجع را بیشتر از مقدار واقعی اندازه گیری شده از لایسیمتر و در مقادیر بیشتر از ۶ میلی متر در روز آن را کمتر از مقدار واقعی برآورد می کند. Wang et al. (2017) نیز در آزمایشی که در چین و بر روی گندم انجام دادند نتیجه گرفتند که روش FAO میزان آب مصرفی گیاه را در مرحله اولیه رشد کمتر از مقدار واقعی اندازه گیری شده از لایسیمتر و در مراحل توسعه و میان فصلی بیشتر از مقدار واقعی برآورد می کند. بنابراین، در مجموع می توان گفت که با توجه به نتیجه تحقیق مرادی و همکاران (۱۳۹۳) در محل مشابه با تحقیق حاضر و سایر تحقیقاتی که به آنها اشاره شد برآورد بیش از واقع تبخیر-تعرق گیاه مرجع توسط معادله پنمن-مانتیث FAO در ماه های سرد سال (اواخر پاییز و زمستان) و برآورد کمتر از واقع آن در ماه های معتدل و گرم (اواسط پاییز که مصادف با دوره اولیه رشد کلزا در منطقه است) و همچنین عدم همخوانی ضرایب گیاهی توصیه شده توسط FAO بویژه در مراحل اولیه رشد گیاه، منجر به ایجاد نوسان در تفاوت بین مقادیر آب مصرفی برآورد شده از روش FAO در مقایسه با داده های انداه گیری شده از لایسیمتر شده است. بنابراین با توجه به تفاوت بین میزان آب مصرفی برآورد شده از روش FAO و اندازه گیری شده از لایسیمتر در بعضی دوره ها، لازم است تا مقادیر آب مصرفی برآورد شده از روش FAO با استفاده از ضرائب رگرسیونی مناسب اصلاح تا از بروز تنش ناشی از کمبود آب در مراحل ابتدایی رشد و هدر رفت آب در اواسط فصل رشد کلزا اجتناب گردد.



شکل ۴- تغییرات آب مصرفی گیاه کلزا اندازه گیری شده از لایسیمتر و برآورد شده از روش FAO

شکل (۵) معادله رگرسیون بین مقادیر آب مصرفی هفتگی اندازه گیری شده از لایسیمتر و برآورد شده از روش FAO برای گیاه کلزا را نشان می دهد. مقایسه داده ها با خط ۱:۱ نشان می دهد که روش FAO در اکثر دوره ها آب مصرفی گیاه را به میزان ۰/۰۶ تا ۱/۵ میلی متر در روز بیش از مقدار اندازه گیری شده از لایسیمتر برآورد می نماید. بنابراین، استفاده از این روش در برآورد آب مصرفی کلزا می تواند منجر به

هدرفت آب بویژه در اواسط دوره رشد گیاه گردد. بنابراین به منظور افزایش دقت در برآورد آب مصرفی کلزا، پیشنهاد می شود از معادله رگرسیونی ارائه شده در این تحقیق استفاده شود. چنانچه آب مصرفی هفتگی گیاه از روش FAO برآورد گردد می توان با قرار دادن رقم حاصله در معادله رگرسیونی ارائه شده، مقدار آب مصرفی هفتگی اندازه گیری شده از لایسیمتر برای گیاه کلزا را که از دقت و اطمینان بالاتر برخوردار است بدست آورده و در برنامه ریزی آبیاری در سطح مزرعه از آن استفاده نمود.



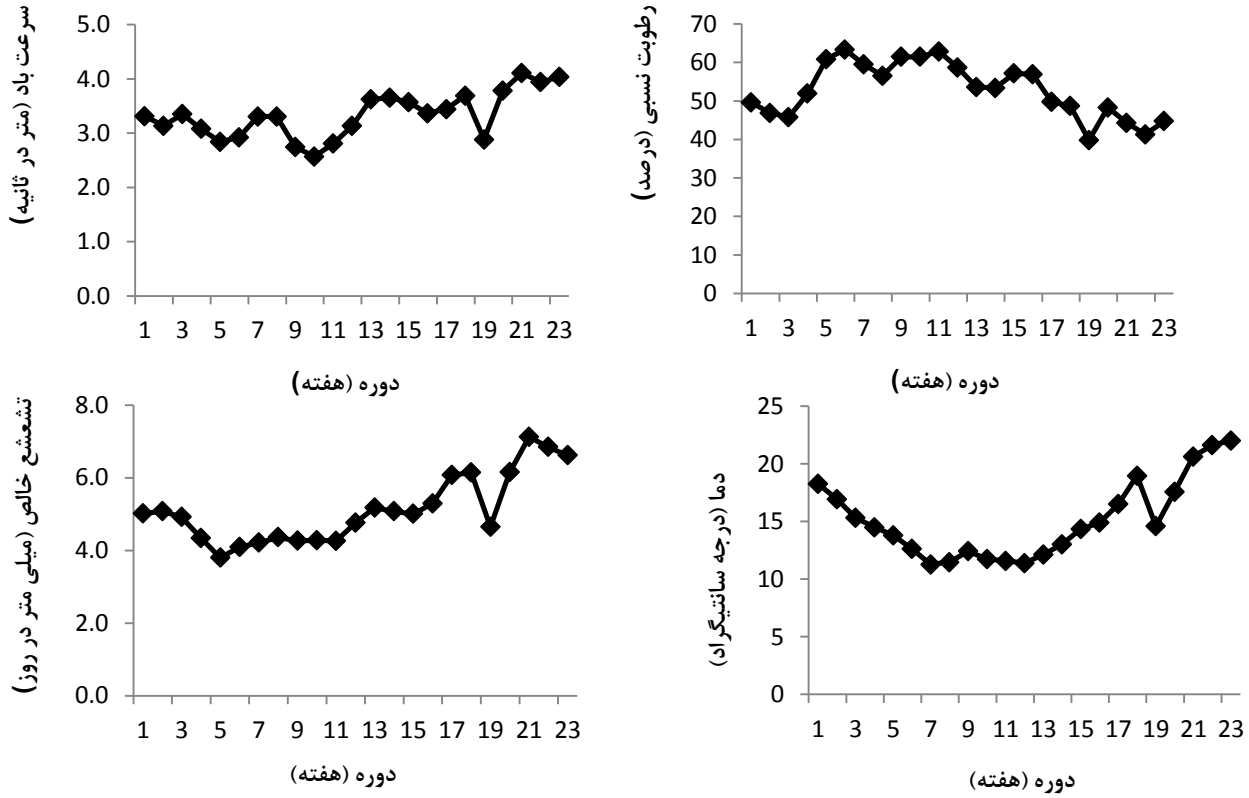
شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین مقادیر آب مصرفی گیاه کلزا برآورد شده از روش FAO و اندازه گیری شده از لایسیمتر

جدول (۳) مقادیر فصلی آب مصرفی گیاه کلزا برآورد شده از روش FAO و اندازه گیری شده از لایسیمتر را نشان می دهد. همچنانکه در جدول نشان داده شده است میزان فصلی آب مصرفی کلزا برآورد شده از روش FAO برابر ۵۶۸/۳ میلی متر و مقدار اندازه گیری شده از لایسیمتر ۵۲۲/۲ بوده است. مقایسه این دو مقدار نشان می دهد روش FAO میزان آب مصرفی فصلی گیاه کلزا را ۸/۸۳ درصد بیشتر از مقدار واقعی برآورد نموده است. در خصوص دلایل وجود تفاوت بین آب مصرفی برآورد شده از روش FAO و مقدار واقعی حاصل از لایسیمتر، علاوه بر مطالب یاد شده در صفحات قبل می توان به موارد زیر نیز اشاره نمود. یکی از این موارد خطاهای احتمالی است که در اندازه گیری آب مصرفی به روش بیلان آب با استفاده از لایسیمتر در مزرعه وجود دارد. این خطاها به همراه تفاوت احتمالی در عملیات مدیریتی و نوع رقم گیاهی مورد استفاده در تحقیق حاضر با ارقامی که ضرایب گیاهی FAO برای آنها بدست آمده اند، و همچنین خطاهایی که در تعیین زمان وقوع و طول مراحل فنولوژیکی کلزا وجود دارد می تواند منجر به تفاوت بین مقادیر یاد شده بشود. وجود چنین خطاهایی در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است. برای مثال، Carvalho et al. (2013) در تحقیق مشابهی که در برزیل انجام دادند نتیجه گرفتند که بدلیل خطاهای یاد شده، استفاده از روش FAO منجر به ۹ درصد برآورد بیشتر آب مصرفی سیب زمینی در مقاسیه با مقدار اندازه گیری شده گردید. بنابراین با توجه به تفاوت ۸/۸۳ درصدی روش FAO نسبت به لایسیمتر و در نظر گرفتن این نکته که لایسیمترهای زهکش دار که در ایران استفاده می شوند خالی از خطا نبوده و ممکن است تا ۱۰ درصد خطا نیز داشته باشد و همچنین ذکر این مطلب که

خود FAO نیز ۱۰ درصد خطا در برآورد آب مصرفی را طبیعی می داند (Allen, 2000)، می توان گفت چنانچه در پروژه های آبیاری هدف استفاده از آب مصرفی فصلی گیاه باشد روش FAO مناسب بوده و می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۳- مقادیر فصلی تبخیر-تعرق گیاه کلزا

روش اندازه گیری یا برآورد آب مصرفی	تبخیر-تعرق
FAO	۵۶۸/۳
لایسیمتر	۵۲۲/۲



شکل ۶- تغییرات تشعشع خالص رسیده به سطح، سرعت باد، دما و رطوبت نسبی هوا در طول آزمایش

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده، روش FAO میزان آب مصرفی فصلی گیاه کلزا را ۸/۸۳ درصد بیشتر از مقدار واقعی اندازه گیری شده از لایسیمتر برآورد نموده است. این روش همچنین در اوایل دوره رشد گیاه مقدار آب مصرفی کلزا را کمتر و در مراحل توسعه گیاه و رشد میان فصلی آن را بیشتر از مقدار واقعی برآورد می نماید. بنابراین، می توان گفت که روش FAO برای برآورد فصلی آب مصرفی گیاه کلزا در شمال هرمزگان مناسب بوده و می تواند مورد استفاده قرار گیرد. اما در صورتی که هدف برنامه ریزی آبیاری در سطح مزرعه باشد، داده های آب مصرفی حاصل از روش FAO باید با

استفاده از معادله رگرسیونی پیشنهاد شده در این تحقیق تعدیل گردد.

تقدیر وتشکر

برخود لازم می دانم از کارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی حاجی آباد بویژه آقای صادق بهرامی و همچنین پرسنل آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان به خاطر کمک های بی دریغ خود تشکر و قدردانی نمایم.

منابع

بافکار، ع.، ب. فرهادی، و ع.ر. کریمی.۱۳۹۲. برآورد ضریب گیاهی ذرت دانه ای با استفاده از خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه (مطالعه موردی: ماهیدشت کرمانشاه). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۷، شماره ۴. ص ۸۳۸-۸۳۲.

پور محمدی، س.، م.ت. دستورانی، ع.ر. مساح بوانی، ه. جعفری و م.ح. رحیمیان. ۱۳۹۴. استفاده از مدل سبال کوهستانی در تخمین تبخیر و تعرق واقعی حوزه های آبخیز(مطالعه موردی: حوزه آبخیز تویسرکان همدان). نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۵، ص ۲۱-۱.

عزیزی ،م.، ا. سلطانی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۷۸. کلزا. انتشارات جهاددانشگاهی مشهد.

مجنونی هریس، ا.، ش. زندپارسا، ع.ر. سپاسخواه و ع.ا. کامکار حقیقی. ۱۳۸۶. ارزیابی مدل MSM جهت پیشبینی تبخیر -تعرق ذرت دانه ای و مقایسه نتایج آن با مقادیر حاصله از روش های پیشنهادی فائو ۵۶. مجله علومو فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره چهل ویکم(الف)، ص۴۱-۲۹.

محبی، عبدالحمید. ۱۳۷۷. ایستگاه تحقیقات کشاورزی حاجی آباد. چاپ مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان.

محمدرضاپور، ا.، ا. امینی راکان و ف. کاراندیش. ۱۳۹۴. مدلسازی تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه با استفاده از برنامه ریزی ژنتیک در استان سیستان و بلوچستان. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۵، ص ۳۱۳-۳۰۷.

مرادی، ا.، م.ر. نیشابوری، ح.ر. محمودیان فرد، م.و. صادقی و ف. فربود. ۱۳۹۳. ارزیابی مدل های پیشنهادیFAO برای برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع در منطقه حاجی آباد هرمزگان. کنگره ملی خاک و محیط زیست. ۸ تا ۹ شهریور، ارومیه، ایران.

مرادی دالینی، ا . ۱۳۷۷. تعیین و مقایسه ضرایب تشتک تبخیر کلاس A در شرایط مختلف نصب تشتک در مزرعه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

یاراحمدی، ج و ع. رحیمی خوب. ۱۳۹۳. اصلاح معادله هارگریوز با جایگزینی دمای سطح زمین بجای دمای هوا برای برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۱، شماره ۶، ص ۲۵۴-۲۳۹.

Aboukhaled, A., A. Alfaro and M. Smith. 1982. Lysimeters. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 39, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, p.68.

Akanda, A.R., M.S. Rahman, M.S. Islam and A.J. Mila. 2017. Crop coefficient of a popular potato variety in Bangladesh. Bangladesh J. Agril. Res. 42(1): 67-76.

Allen R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome, Italy, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, p. 300.

Allen, R.G. 2000. Using the FAO-56 dual crop coefficient method over an irrigated region as part of an evapotranspiration intercomparison study. J. Hydrol. 229: 27 – 41.

Blake, G.R. and K.H. Hartge .1986. Bulk Density. In: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. ed. Klute, A., 2nd edition, Madison, Wisconsin USA: American Society of Agronomy–Soil Science Society of America, pp. 363-375.

Carvalho, D.F.D., D. G. D. Silva, H. S. D. Rocha, W. S. D. Almeida, E. D. S. Sousa. 2013. Evapotranspiration and crop coefficient for potato in organic farming. Engenharia Agricola 33(1):201-211.

Cordova, M., J. Carrillo-Rojas, P. Crespo, B. Wilcox and R. Celleri. 2015. Evaluation of the Penman-Monteith (FAO 56 PM) method for calculating reference evapotranspiration using limited data. Mountain Research and Development 35(3):230-239.

Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No.24. FAO. Rome, Italy.

Er-Raki, S., A. Chehbouni, J. Hoedjes, J. Ezzahar, B. Duchemin and F. Jacob. 2008. Improvement of FAO-56 method for olive orchards through sequential assimilation of thermal infrared-based estimates of ET. Agricultural Water Management 95:309-321.

Garcia, M., D. Raes, S.E. Jacobsen. 2003. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (Chenopodium quinoa) in the Bolivian highlands. Agricultural Water Management 60:119–134.

Hameed, F., G. Daraz Khan, S.F. Rahim, W. Ullah, and Z.U. Abideen. 2014. Comparative study of crop water requirement of traditional and hybrid sorghum varieties. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare 4(6): 96-103.

Islam, M.S. and M.A. Hossain. 2010. Determination of crop co-efficient of hybrid maize by lysimeter study. Bangladesh J. of Agric. Res. 35(1): 77-82.

Katerji, N. and G. Rana. 2014. FAO-56 methodology for determining water requirements of irrigated crops: critical examination of the concepts, alternative proposals and validation in Mediterranean region. Theor. Appl. Climatol. 116: 515–536.

Lazzara, P., and G. Rana 2010. The crop coefficient (Kc) values of the major crops grown under Mediterranean climate. Ital. J. Agrometeorol. 15: 25–40.

Lopez-Urrea, R., M. de Santa, F. Olalla, C. Fabeiro and A. Moratalla. 2006. Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate. Agricultural Water Management 85: 15–26.

Modaberi, H. and M. Assari. 2014. Estimation of reference Evapotranspiration, the best pan coefficient and rice plant coefficient using the pan evaporation data in rice growth period (Case study: Mordab plain region in Guilan province, Iran). International Journal of Engineering Sciences 3 (9): 75-84.

Piccinni, G., J. KO, T. Marek and T. Howell. 2009. Determination of growth– stage–specific crop coefficients (Kc) of maize and sorghum. Agricultural water management 96:1698-1704.

Sánchez, J.M., R. López-Urrea, E. Rubio, J. González-Piqueras and V. Caselles. 2014. Assessing crop coefficients of sunflower and canola using two-source energy balance and thermal radiometry. Agricultural Water Management 137: 23-29.

Steudeto, P., A. Caliandro, P. Rubino, N. B. Mechilia, M. Masmoudi, A. Martinez- Cob, et. al. 1996. Penman–Monteith reference evapotranspiration estimates in the Mediterranean region. Proceedings of the international conference, NOV. 3-6. San Antonio, Texas, ASAE.

Wanasundara, J.P.D., T.C. McIntosh, S.P. Perera and T.S. Withana-Gamage. 2016. Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. OCL. 23(4): D407.

Wang, P., J. Qiu, Z. Huo, M.C. Anderson, Y. Zhou, Y. Bai, et. al. 2017. Temporal downscaling of crop coeffi cients for winter wheat in the North China Plain: A case study at the Gucheng Agro-Meteorological experimental station. Water 9(155): 1-16.

Zeleke, K.T. and L.J. Wade. 2012. Evapotranspiration estimation using soil water balance, weather and crop data. In: Evapotranspiration-Remote Sensing and Modeling. Irmak, A (Ed.), In Tech Publisher, Rijeka, Croatia.

Assessment of FAO Method for Estimating Canola Water Use in Hormozgan Province

Abolfath Moradi[1]

Abstract

Due to lack of accurately measured data on crop water consumption in Hormozgan province, the FAO- estimated crop water requirement data are used in most irrigation projects, without their prior assessment in terms of compliance and consistency with the region, which in turn, it may cause water loss or water stress to the plant. Thus, the present research was carried out to evaluate the FAO method precision in estimating canola water consumption in Hormozgan province. Accordingly, first, a lysimeter was installed in the center of a 4-ha ground area. Next, in and around the test site, the canola cultivar (Hyula-401) was cultivated and its water consumption was measured weekly by water balance equation. Climatic parameters such as air temperature, relative humidity, wind speed, sunshine, and rainfall were measured at the meteorological station located on the site and using them, reference crop evapotranspiration was calculated by FAO-56 Penman-Monteith Equation. Then, via multiplying it by the crop coefficient (Kc) identified according to the FAO guidelines, canola water consumption was calculated in weekly periods and compared with values obtained from lysimeter. Finally, the results showed that although the FAO method has a good accuracy in estimating the seasonal water use of the plant in the test area, if the purpose of the planning is irrigation at the farm level, this method could overestimate weekly water consumption from 0.06 to 1.5 mm day^{-1}. Therefore, it is recommended to modify the estimated water consumption by the FAO method using the regression equation proposed in this research.

Keywords: Canola, Crop coefficient, FAO method, Lysimeter, Water use.

[1] Assistant professor, Soil and water research department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran, Moradi1373@gmail.com