

## بررسی کارآیی شاخص رطوبت محصول در پایش خشکسالی

### مجتبی ذوالجودی\*

عضو هیات علمی پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

#### چکیده

شناخت و محاسبه شاخص‌های خشکسالی از جمله فعالیت‌هایی است که می‌تواند پژوهشگران رشته‌های مختلف زیست محیطی را با شدت و تداوم یک دوره خشکسالی در یک محیط طبیعی آشنا نماید. اگر چه بسیاری از شاخص‌هایی که حتی آمار و اطلاعات مورد نیاز آن‌ها در ایران وجود دارد، نیازمند بازبینی بر اساس توان و شرایط زیست محیطی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با این حال می‌توان به بعضی از شاخص‌های خشکسالی اشاره نمود که محاسبه آن‌ها نیازمند استفاده از فرانسج‌هایی است که ممکن دست‌یابی به آن‌ها امکان‌پذیر نباشد. بنابراین شاخص رطوبت محصول که در این مقاله به آن پرداخته شده، گامی است که بتوان پژوهشگران را جهت بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر خشکسالی یاری نموده و آگاهی‌های لازم را جهت تهیه مولفه‌های اقلیمی مناسب برای محاسبه چنین شاخص‌هایی بر اساس توان‌های محیطی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه فراهم آورد. مقاله حاضر در واقع تحقیقی جهت معرفی روشی برای مطالعات آینده محققان کشاورزی به منظور ارائه مدل‌های متناسب با وضعیت اقلیمی کشور است.

شاخص رطوبت محصول از جمله شاخص‌هایی است که در زمینه خشکسالی کشاورزی و بررسی نیاز رطوبت هفتگی محصول کاربرد دارد. این شاخص که توسط پالم (Palmer) پایه‌گذاری شده است، می‌تواند کارشناسان را جهت شناخت وضعیت رطوبتی محصولات کشاورزی در کوتاه مدت یاری نماید. اگرچه این شاخص برای محاسبه دوره طولانی مدت کاربرد چندانی ندارد، ولی به جهت ناهنجاری رطوبتی حتی در مقیاس هفتگی نیز دارای اهمیت است و در طول دوره رشد نیز باید به آن پرداخته شود، بطوریکه بررسی و تحلیل آن از ضروریات هر منطقه کشاورزی می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** شاخص رطوبت محصول، خشکسالی، نیاز رطوبتی گیاه، مقیاس هفتگی

#### مقدمه

چه به صورت کیفی و چه به صورت کمی به همراه داشته. شناخت قانون‌مندی‌ها و بی‌نظمی‌های اقلیمی در ارتباط با معیارهای کشت محصولات زراعی و در نظر داشتن آن‌ها و برنامه‌ریزی کارآمد می‌تواند از اصول کشاورزی باشد. بطوریکه در دوره‌های زمانی خاصی با توجه به نوسانات اقلیمی باید وارسته خاصی را وارد عمل نمود که در آن منطقه مطالعاتی به نتیجه رسیده باشد و یا با توجه به تغییرات آب و هوایی و محدود شدن طول دوره رشد نیز هماهنگ باشد. از زمان شروع کشاورزی ارتباط بین اقلیم و چگونگی رویش گیاه طی دوره کشت مورد توجه قرار گرفت و اکنون به خوبی ثابت شده است که اقلیم بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی تأثیر چشمگیری دارد. با وجود اینکه کشاورزی مدرن توانسته است برخی گیاهان را به مناطقی که رویشگاه اصلی آن‌ها نیست منتقل کند ولی هنوز می‌توان ارتباط بین نوع گیاه زارعی،

شناخت و برنامه‌ریزی برای کشت گیاهان زراعی صرف‌نظر از عوامل مرتبط انسانی و غیر انسانی نیاز به شناخت خاک به عنوان بستر کشت و اصلاح نبات به‌عنوان انتخاب بهترین وارسته ژنتیکی انتخاب شده و آب و هوا یا اقلیم به‌عنوان عامل بر آورده نمودن نیازهای گیاهی با توجه به حساسیت ویژه آن‌ها دارد، و کوچکترین انحراف منفی از شرایط مطلوب اقلیمی گیاه، اثرات نامطلوبی بر روی آن‌ها گذاشته و در نهایت کاهش فتوسنتز و نابودی کامل محصول را ممکن است به همراه داشته باشد.

اصلاح خاک، وارسته و آب و هوا در مقیاس میکرو یا گلخانه، اگر چه امروز امکان‌پذیر گشته است، همچنین اصلاح خاک و گیاه نیز در کشاورزی وسیع و گسترده رو به پیشرفت است ولی در مورد آب و هوا این مهم هنوز میسر نشده است و همواره نوسانات عناصر اقلیمی، تغییرات محصولات زراعی را

محصول نمی‌تواند به بررسی دراز مدت شرایط رطوبتی پردازد و در صورت استفاده از این شاخص برای دوره طولانی، اطلاعات به دست آمده از این شاخص فاقد اعتبار خواهد بود. در حالی که شاخص پالم بر اساس محاسبات طولانی خشکی و رطوبت پایه گذاری شده است که در واقع تفاوت‌های اساسی این شاخص بر اساس شرایط فوق‌الذکر مشخص می‌شود.

شاخص رطوبت محصول بر اساس میانگین حرارت و بارش کلی برای هر هفته در یک ناحیه اقلیمی خاص استفاده شده و در این شاخص سعی بر این است که جهت بررسی شرایط رطوبتی در هفته، از محاسبات انجام شده در هفته‌های قبلی نیز استفاده شود. این شاخص به تغییرات شرایط رطوبتی پاسخ می‌دهد. در واقع اساس محاسبات CMI به صورت هفتگی بوده و شرایط رطوبت را در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. از آنجا که این شاخص برای کنترل و بررسی شرایط کوتاه مدت طراحی شده است، می‌تواند شرایط رطوبتی یک محصول کشاورزی در حال رشد را مورد سنجش و ارزیابی قرار دهد. بدین علت محاسبه این شاخص به خصوص در کشور ایران که دارای نوسانات رطوبتی بسیاری در طول دوره رشد گیاه است، ضروری به نظر می‌رسد اگر چه بسیاری از مولفه‌های موجود در این شاخص در حال حاضر در کشور وجود ندارد ولی می‌توان به تهیه مولفه‌های مورد نظر پرداخت و جهت محاسبه شرایط رطوبتی محصول از آن استفاده کرد.

## ۲- طبقه‌بندی شدت شاخص رطوبت محصول (CMI)

شاخص CMI برای بدست دادن نتیجه کاربردی از تغییرات رطوبتی خاک، خروجی حاصل از محاسبات را بصورت طبقه‌بندی شدت خشکسالی CMI ارائه می‌دهد که در قالب ۷ طبقه از شرایط خیلی مرطوب (+۳) تا خشکی خیلی زیاد (-۳) قرار می‌گیرد (جدول ۱).

مراحل رویش طبیعی آن و اقلیم هر منطقه را در تمام جهان به وضوح مشاهده کرد. به طور کلی فنولوژی، سرعت رشد و تولید ماده خشک در گیاهان زراعی به مجموعه عوامل اقلیمی نظیر انرژی خورشیدی، نور، طول روز، درجه حرارت، آب و ... بستگی دارد و بنابراین شناخت نحوه تأثیر این عوامل بر گیاهان زراعی ضروری به نظر می‌رسد. با مطالعه این عوامل و نیز بررسی الگوهای اقلیمی می‌توان نوع اکوسیستم‌های زراعی مناسب برای هر منطقه را پیشنهاد نمود.

در این بررسی سعی شده است تا ضمن بررسی شاخص CMI که یکی از شاخص‌های مهم برای محاسبه شرایط رطوبتی محصول می‌باشد، نقش آن را در ارزیابی نیاز رطوبتی محصولات کشاورزی به صورت هفتگی بررسی نمود و نحوه محاسبه آن را مشخص کرد.

## ۱- شاخص رطوبت محصول (CMI)

شاخص CMI در واقع روشی است که به بررسی هفتگی وضعیت رطوبتی گیاهان کشاورزی می‌پردازد. اهمیت نسبی آب در تولیدات کشاورزی بر حسب شرایط اقلیمی و جغرافیایی تغییر می‌کند و به طور کلی به مقدار و توزیع زمانی نزولات بستگی دارد.

بنابراین بررسی و شناخت وضعیت رطوبتی هر منطقه جهت رشد و نمو محصولات زراعی حائز اهمیت است و باید به آن توجه خاصی گردد. لذا شاخص CMI که به بررسی کوتاه مدت شرایط رطوبتی در مناطقی که به تولید محصولات عمده کشاورزی می‌پردازد توجه دارد، می‌تواند نقش بسیار مهمی را جهت شرایط رطوبت در دوره کوتاه مدت ایفا نماید. این شاخص در سال ۱۹۶۸ به وسیله پالم توسعه یافت و اساس آن بر پایه محاسبات شاخص پالم (PDSI) بود که آن شاخص نیز توسط این دانشمند پایه‌ریزی شده است. تفاوت اساسی این دو شاخص (PDSI و CMI) در این است که شاخص رطوبت

جدول ۱- طبقه‌بندی درجه شاخص رطوبت محصول

خیلی زیاد خشک	< -۳
زیاد خشک	-۲ تا -۲/۹
تقریباً خشک	-۱ تا -۱/۹
خیلی کم خشک تا کم مرطوب	-۰/۹ تا ۰/۹
تقریباً مرطوب	۱ تا ۱/۵
مرطوب	۲ تا ۲/۵
خیلی مرطوب	>۳

این شاخص ابزار خوبی برای محاسبه دوره طولانی مدت خشکی نبوده و واکنش سریع CMI به تغییر شرایط رطوبتی دوره کوتاه مدت باعث می‌شود که اطلاعات به دست آمده از آن برای محاسبه یک دوره طولانی فاقد ارزش باشد. به عنوان مثال یک بارندگی فراوان در طول یک دوره خشکسالی ممکن است به CMI این امکان را دهد که شرایط رطوبتی بالایی را نشان دهد در حالی که آن منطقه دوره طولانی خشکسالی را می‌گذراند. از دیگر ویژگی‌های محدود کننده CMI در این است که این شاخص چون فقط برای محاسبه شرایط رطوبتی دوره رشد محصول طراحی شده است، نمی‌توان در خارج از فصل رشد گیاهی کاربرد داشته باشد. همچنین اگر منطقه‌ای با شرایط خشکسالی چندین ساله مواجه باشد نیز این شاخص قابلیت استفاده نخواهد داشت.

### ۳- روش محاسبه (CMI)

در محاسبه CMI از متغیرهایی به قرار زیر استفاده می‌شود:  
 - AWC که در واقع ظرفیت موجود نگهداری آب است.  
 - PE یا تبخیر بالقوه است که براساس محاسبات انجام شده توسط روش تورنت ویت محاسبه می‌شود.  
 - ET محاسبه تبخیر واقعی.  
 - Alpha ضریب تبخیر و تعرق.  
 - CET شرایط آب و هوایی برای ایجاد تبخیر و تعرق.  
 - R محاسبه کلی تخلیه.

- RO محاسبه کلی رواناب.  
 - Ss مقدار رطوبتی سطح بالایی خاک.  
 - SU مقدار رطوبتی لایه پایینی خاک.  
 - M درصد ظرفیت اشباع.  
 - DE نسبت آنومالی تبخیر برای هر هفته.  
 - Y<sub>I</sub> اولین تخمین برای Y در طول هفته I ام.  
 - Y<sub>i</sub> شاخص کسری موازنه تبخیر و تعرق در طول هفته I ام.  
 - H شرایط برگشت به دوره نرمال رطوبتی.  
 - CMI شرایط رطوبتی.

محاسبه CMI بعد از این که تمام مقادیر واقعی و بالقوه متغیرهای فوق‌الذکر به دست آمدند، انجام می‌شود. این محاسبات به ما این امکان را می‌دهد که طبقات شدت خشکسالی از نظر شاخص برای محصول مورد نظر محاسبه شود. اولین گام محاسبه درصد ظرفیت اشباع (M) می‌باشد. این درصد برای سنجش چگونگی اشباع خاک بکار می‌رود. در گام دوم آنومالی تبخیر محاسبه می‌شود.

$$M = (S_s + SU) / AWC$$

$$CET = \text{Alpha} * PE$$

$$Y_i = 0,67 * Y_{I-1} + 1,8 * (DE)$$

$$Y_i < 0 \text{ اگر}$$

اکنون می‌توانیم Y را نیز محاسبه کنیم.

$$Y = M * Y_i$$

ارزش عددی H به وسیله Gi-1 تعیین می‌شود.

می‌دهد. همینطور این شاخص با دخالت دادن پارامتر دما از طریق محاسبه تبخیر - تعرق با دقت و حساسیت بیشتری به پایش خشکسالی کشاورزی می‌پردازد.

### منابع

- ۱- کوچکی، عوض و نصیری محلاتی، مهدی، ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی (چاپ دوم)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۲- میمندی‌نژاد، محمد جواد، ۱۳۴۵. اکولوژی زراعی، انتشارات دانشگاه تهران

- 4- Alley, W.M., 1984. The palmer Drought severity index: Limitations and assumptions journal of Climate Applied Meteorology: 23:1100-1109
- 5- Mckeep, T.B, N.J. Doesken, and J. Kleist, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8<sup>th</sup> conference on Applied climatology, 17-22
- 6- Palmer, W.C, 1968. Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: the new crop moisture index.
- 7- Palmer, W.C, 1965. Meteorological Drought. Research Paper No. 45, u.s. Department of commerce Weather Bureau, Washington. D.C.
- 8- Smith, D.I, M.F. Hutchinson, and R.J. Mcarthur, 1993. Australian Climatic and Agricultural Drought: Payment and Policy. Drought Network news, 5(3), 11-12.

اگر  $(G_i - 1 = 0)$

$H = 0$

اگر  $(G_i < 0,5)$

$H = G_i - 1$

اگر  $(G_i < 1)$

$H = 0,5$

$H = 0,5 * G_i - 1$

و دیگر این که بعد از این مرحله،  $G_i$  محاسبه می‌شود.

$G_i = G_{i-1} - h + (M * R) + RO$

و در نهایت CMI محاسبه می‌شود ( یعنی کسری رطوبت + مازاد

$CMI = Y + G$

رطوبت)

### نتیجه گیری

شاخص رطوبت محصول (CMI)، درجه‌ای را که لازم است نیاز رطوبتی محصول برطرف شود را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین با تعیین مقدار کمبود رطوبت یعنی عدد منفی حاصل از اختلاف  $ET_a$  و  $ET$ ، می‌توان مقدار آب مورد نیاز آبیاری تکمیلی را محاسبه نمود. لذا می‌توان در اجرای آبیاری تکمیلی به نحوی مدیریت اعمال کرد که مقدار مورد نظر در یک نوبت آبیاری در اختیار گیاه قرار گیرد. بطور کلی می‌توان عنوان کرد که شاخص رطوبت محصول در مقیاس هفتگی در مقایسه با شاخص‌های دیگر خشکسالی مثلاً شاخص استاندارد شده بارش در مقیاس ماهانه، سریعتر به کمبود رطوبت عکس‌العمل نشان