

نگاهی کلی به متغیرها در شاخص CIT

مفهوم نظری شاخص CIT

شاخص اقلیمی گردشگری (CIT)، شاخصی تکمیل شده برای گردشگری است که عمدتاً برای نواحی ساحلی، در شرایط "آفتاب دریا و شن"، مورد سنجش و استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص منابع اقلیمی را برای فعالیت‌هایی که شدیداً متأثر از اقلیم است را بررسی می‌کند و آب و هوا را در یک طیف مطلوب تا نامطلوب ارزیابی می‌نماید و به شکل رابطه زیر تعریف می‌گردد:

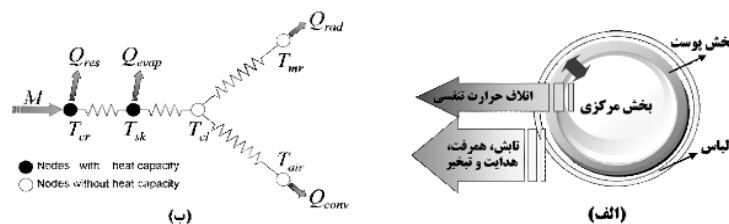
$$\text{CIT} = f[(T, A) * P] \quad \text{رابطه ۱:}$$

که در آن T (متغیر گرمایی)، A (زیبا شناختی) و P (فیزیکی) در جنبه‌های محیط جوی است که به طور جمعی CIT را تعیین می‌نموده و ارکان این شاخص را تشکیل می‌دهند؛ T برای ارزیابی شرایط جسمی - دمایی بوده که متغیرهای گرمای محیطی و فیزیولوژیکی را بررسی می‌نماید. در این شاخص برای بررسی متغیر گرمایی (T) از شاخص نه درجه‌ای آشرا^۱ استفاده شده است که بر مبنای تناسب گرمایی^۲ (TSENS) ارائه شده است. متغیر A بررسی شرایط آسمان می‌باشد که از صاف تا ابری درجه‌بندی شده است. متغیر P وضعیت فیزیکی شاخص است و شامل سرعت باد و بارش می‌باشد. در این شاخص آغاز وزش تند باد و نامطلوب، سرعت باد با ۶ متر بر ثانیه است و برای بارش نیز فراتر از ۳ میلیمتر یا برابر و بیشتر از یک ساعت است. بنابراین فراتر از این محدوده‌ها از شرایط مطلوب برای گردشگری کاسته می‌شود. در نهایت وضعیت‌های گرمایی، زیباشناختی و فیزیکی در یک ماتریس گونه‌شناسی آب و هوا، به منظور تولید یک شاخص برای ارزیابی رضایتمندی اقلیم با یکدیگر ترکیب می‌شوند و از ۱ تا ۷ رتبه‌بندی می‌شوند. در ادامه به توضیح نحوه تعیین هر یک از این متغیرها پرداخته می‌شود

$$\frac{(1-\alpha)mC_{b,p}}{A_D} \cdot \frac{dT_{cr}}{d\theta} = M - W - (C_{res} + E_{res}) - Q_{cr,sk} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$\frac{\alpha m C_{b,p}}{A_D} \cdot \frac{dT_{sk}}{d\theta} = Q_{cr,sk} - (K_{sk} + C_{sk} + R_{sk} + E_{sk})$$

استاندارد آشرا (TSENS)، استفاده شده است. از میان مدل‌های ناپایای آسایش حرارتی، مدل گایج بعنوان معمول‌ترین و پرکاربردترین مدل ناپایا برای پیش‌بینی شرایط حرارتی بدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مدل دو لایه‌ای گایج، بدن به صورت دو استوانه هم‌مرکز مدل می‌شود که استوانه داخلی نماینده مرکز بدن (اسکلت، ماهیچه‌ها و اعضای داخلی) و استوانه خارجی نشانگر پوست می‌باشد. معادله بالانس برای دو لایه مدل گایج بصورت زیر بیان می‌شود (کایانکی و کیلی، ۲۰۰۵):



شکل ۱: شمایی از مدل دو لایه‌ای گایج (الف) و سازوکارهای انتقال حرارت حاکم بر آن (ب).

در معادله بالا m جرم بدن، A_D دمای مرکز بدن، a کسر تجمعی جرمی در ناحیه پوست، $C_{p,b}$ ظرفیت گرمایی بدن (حدود 3490 J/kg.K)، T_{cr} دمای مرکز بدن، T_{sk} دمای پوست، θ زمان، M نرخ متابولیک، W نرخ کار انجام شده توسط شخص، C_{res} ، E_{res} ، به ترتیب اتلاف حرارتی از تریق تنفس با سازوکارهای جابه‌جایی و تبخیر، $Q_{cr,sk}$ ، میزان تبادل حرارت میان بخش مرکزی و پوست E_{sk} و R_{sk} ، K_{sk} ، C_{sk} ، به ترتیب انتقال حرارت توسط هدایت، جابه‌جایی، تابش و تبخیر از پوست می‌باشد (دوالفقاری و معرفت، ۱۳۹۰). شایان ذکر است که در مدل گایج تأثیر سازوکارهای فیزیولوژیکی تنظیم دمای بدن از

¹. ASHRAE

². Thermal Sensation

جمله تعرق تنظیمی، لرز و اتساع و انقباض رگها در نظر گرفته شده است. مدلسازی این سازوکارها، با تعریف سیگنال های حرارتی بدن صورت می گیرد. قدرت این سیگنالها به میزان اختلاف دمای پوست، مرکز و یا دمای کلی بدن با دماهای خنثی متناظر وابستگی دارد. در مدل گایج پس از محاسبه سیگنالهای حرارتی و بدست آوردن پارامترهای فیزیولوژیکی، باید هر یک از ترمهای مربوط به انتقال حرارت بدن محاسبه شود و از طریق معادلات ۲ و ۳ دمای پوست و مرکز بدن تعیین شود. مدل گایج با استفاده از دمای پوست و دمای مرکز بدن، دمای کلی بدن را محاسبه و از این طریق شاخص احساس حرارتی TSENS را تعریف می کند. رابطه ۳:

$$TSENS = \begin{cases} 0.4685(T_b - T_{b,c}) & T_b < T_{b,c} \\ 4.7\eta e(T_b - T_{b,c}) / (T_{b,h} - T_{b,c}) & T_{b,c} \leq T_b \leq T_{b,h} \\ 4.7\eta e + 0.685(T_b - T_{b,h}) & T_b > T_{b,h} \end{cases}$$

که $T_{b,c}$ ، $T_{b,h}$ و ηe فراسنج های مشخصه دمایی بدن هستند و هریک توسط روابطی مجزا تعریف می شوند.

این شاخص بیانگر احساس حرارتی افراد است و با عددی بین ۵- و ۵+ نشان داده می شود. بطوری که هر عدد صحیح معادل یک احساس حرارتی است: ۵+ گرمای غیرقابل تحمل، ۴+ خیلی داغ، ۳+ داغ، ۲+ گرم، ۱+ کمی گرم، ۰ خنثی، ۱- کمی خنک، ۲- خنک، ۳- سرد، ۴- خیلی سرد، ۵- سرمای غیرقابل تحمل (آشرا، ۲۰۰۱). توجه به این نکته ضروری است که شاخص های PMV و TSENS برای ارزیابی شرایط آسایش حرارتی در استانداردها مورد استناد قرار گرفته اند. همچنین شایان ذکر است که شاخص PMV یک شاخص پایا است و فقط در حالتی که تغییرات شرایط فردی یا محیطی نسبت به زمان چشمگیر نباشد، قابل استفاده است. در غیر این صورت حتماً باید از شاخص TSENS استفاده کرد. بر این اساس طراحی محیط هایی که مدت زمان اقامت افراد در آنها کوتاه است مانند بانکها، رستوران ها، نمایشگاه ها، سینماها، آمفی تئاترها و ... باید بر اساس شاخص TSENS صورت پذیرد. ضمن اینکه احساس حرارتی در شرایط گذرا و شرایط تغییر ناگهانی شرایط محیطی توسط مدل گایج و با شاخص TSENS ارزیابی می شود.

جهت تعیین آستانه های اقلیمی برای معیارهای P و A و ارزیابی های رضایتمندی برای سایر متغیرهای شاخص CIT، از نظر گردشگران در ساحل استفاده می شود. همچنین برای تعیین حدود مطلوب تا نامطلوب از رابطه (۴) استفاده شده است. سهم ترکیب حرارتی در ارزیابی اقلیمی برای گردشگری که با واکنش های گرمایی نظیر TSN در ارتباط است، طبق فرمول زیر بررسی می شود (دی فریتز، ۲۰۰۸: ۴۰۸):

$$\text{رابطه ۴: } C_{\text{rate}} = 6.4 + 0.4 \text{ TSN} - 0.281 \text{ TSN}^2$$

مقادیر TSN و TSN^2 همان مقادیر قراردادی وضعیت گرمایی (T) است که از ۴- تا ۴+ طبقه بندی شده است و با استفاده از سنجه آشرا محاسبه می گردد. مقادیر C_{rate} نیز بصورت یک مقیاس ۷ درجه ای از ۱ (بسیار نامطلوب) تا ۷ (بسیار مطلوب) محاسبه می شود (شکل ۲). در شاخص CIT شرایط جوی مطلوب زمانی است که آسایش گرمایی در وضعیت نسبتاً گرم قرار داشته و پوشش ابر نیز بصورت پراکنده (پوشش کمتر از ۴۰٪) باشد. شرایطی که در طی آنها بارش به مدت ۳۰ دقیقه و بیشتر صورت گرفته یا سرعت وزش های غالب بیش از ۶ متر بر ثانیه باشد رضایتمندی گردشگر را به حالتی غیر قابل تصور کاهش می دهد. لازم به توضیح است که حد نامطلوب باد برای ترک ساحل زمانی است که شدت باد باعث جابه جا شدن وسایل و تعلقات گردشگران، یا سبب حمل شن توسط باد بر روی اسباب گردشگران شده و سبب سلب رضایت آنها گردد.



شکل ۲: درجه‌بندی رضایتمندی اقلیمی در شاخص CIT (دی فریتز، ۲۰۰۸: ۴۰۸)

در نهایت پس از گردآوری و تکمیل پرسشنامه ها، نتایج وضعیت های حرارتی، زیبا شناختی و فیزیکی در یک ماتریس گونه شناسی آب و هوا، به منظور تولید یک شاخص برای ارزیابی رضایتمندی اقلیم که از ۱ تا ۷ رتبه بندی می شوند، با یکدیگر ترکیب می شوند (شکل ۱).

جدول ۱: ارزش هریک از متغیرها در شاخص در شرایط نه گانه شاخص آشرا (دی فریتز، ۲۰۰۸)

سنجه ASHRAE (T) TSENS	ابر $\leq 40\%$ [A]	ابر $\geq 50\%$ [A]	بارش $> 3mm$ یا با مدت زمان > 1 ساعت [P]	باد $\geq 6M/S^1$ (در سطح زمین) [P]
+۴ خیلی داغ	۴	۳	۲	۳
+۳ داغ	۶	۵	۲	۴
+۲ گرم	۷	۵	۲	۴
+۱ تا حدودی گرم	۶	۴	۱	۴
۰ معتدل	۵	۳	۱	۲
-۱ تا حدودی خنک	۴	۳	۱	۲
-۲ خنک	-	-	-	-
-۳ سرد	-	-	-	-
-۴ خیلی سرد	-	-	-	-

تحلیل جدول: نتایج نشان می دهد که شرایط آرمانی (CIT=6-7) زمانی است که مقیاس آشرا در شرایط نسبتاً گرم یا گرم قرار دارد و شرایط آسمان نیز صاف یا همراه با ابر پراکنده باشد. شرایط قابل قبول (CIT 4-5) زمانی که آسمان ابری بوده و TSN در وضعیت داغ و تا حدودی گرم قرار گرفته باشد. وقوع وزش شدیدتر یا برابر $6 m/s^{-1}$ یا وقوع بیش از ۳۰ دقیقه بارش، یک اثر تحت‌الشعاعی بر ارزش CIT داشته است. بارش بیشتر از یک ساعت یا وزش بیش از $6 m/s^{-1}$ ، منجر به افت ارزیابی به مرحله پایینتر (CIT=۱-۲) شده که این شرایط کاملاً غیر قابل قبول برای گردشگری در نظر گرفته می شود. با این شاخص می توان به روش های مختلف به ارزیابی شرایط اقلیمی برای گردشگری پرداخت. همچنین میزان اهمیت هر یک از متغیرهای این شاخص برای اهداف متفاوت گردشگری باید مورد سنجش مجدد قرار گیرد.

۲-۳. نحوه تدوین پرسشنامه

شاخص CIT مبتنی بر تدوین پرسشنامه و جمع آوری پاسخ گردشگران به شرایط مختلف اقلیمی است. بنابراین در این بخش به تفصیل شیوه تدوین پرسشنامه معرفی می گردد. به احتمال تفاوت های محیطی و درون فرهنگی در ارزیابی اقلیم برای گردشگری اثر قابل توجهی دارد. وجود چنین تفاوت های درون فرهنگی، ارائه شاخص CIT را با مشکل مواجه می کند، زیرا امتیازهای CIT برای همان شرایط اقلیمی میان فرهنگ ها متفاوت خواهد بود (دی فریتز، ۲۰۰۸، ۴۰۵). شاخص مطرح شده توسط دی فریتز محدود به مصاحبه از افراد بزرگسال (بالتر از ۱۸ سال) و از نظر مکانی محدود به یک منطقه است. با توجه به گستردگی کشور ایران و تنوع اقلیمی آن، گردشگران عمدتاً از حق انتخاب بالایی برای گردشگری و گذران اوقات فراغت بر اساس شرایط اقلیمی و آسایش گرمایی در ماه ها و فصول مختلف برخوردار هستند. بمنظور ارزیابی شاخص و تعیین کارایی آن با توجه به وضعیت محیطی و تنوع اقلیمی کشور، کتغیرهای این شاخص بر مبنای دیدگاه گردشگران در منطقه مورد نظر باید

تکمیل شود. ابتدا پرسشنامه ای مقدماتی جهت پیش آزمون و اولویت‌بندی هریک از متغیرهای گرمایی، زیباشناختی و فیزیکی و همچنین بمنظور اصلاح پرسشنامه، تهیه و پس از اعمال نظرات طراح شاخص به ۲۰ گردشگر در سواحل این منطقه ارائه می شود. هدف از این بخش ارزیابی کلی پرسشنامه و کیفیت آن است. زیرا در چنین مطالعاتی بر خلاف مطالعات علوم رفتاری، تعیین روایی و پایایی پرسشنامه بسیار سخت و تقریباً غیر ممکن است. پس از تعیین اولویت‌ها و میزان اهمیت هر یک از متغیرها و اصلاح برخی مشکلات، پرسشنامه نهایی را می توان استخراج کرد. این پرسشنامه در منطقه مورد مطالعه با دست کم ۱۰۰ گردشگر، بمنظور تعیین حد مطلوب هریک از جنبه های زیباشناختی و فیزیکی در شرایط مختلف آسایش حرارتی، در بین گردشگرانی با دامنه سنی بالاتر از ۱۸ سال (مشابه مطالعه دی فریتز) باید آزمون شود. سپس به محاسبه فراوانی، انحراف استاندارد، میانگین نتایج برای هر متغیر می توان ماتریس را تکمیل کرد (جدول ۲). باید توجه داشت که نحوه ارائه سؤالات به پاسخگویان سلیقه ای بوده و الزام خاصی به تدوین پرسشنامه به صورتی که نشان داده شده است، وجود ندارد. همچنین باید هریک از دامنه های آسایش حرارتی (TSN) را در سنجه آشرا، برای گردشگران توصیف کرد که بدین منظور می توان از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) استفاده کرد (ماتزاکیس، ۲۰۰۵: ۶۳۳). هدف از تدوین پرسشنامه تعیین حد مطلوب متغیرهای اقلیمی در گردشگری ساحلی است. در زیر بصورت نمونه و جزئی فرایند تدوین پرسشنامه ذکر شده است.

- فرض کنید شما برای گردش به ساحل رفته اید، میزان اهمیت هریک از شرایط آب و هوایی زیر چگونه خواهد بود؟
(کمترین ارزش ۱ و بیشترین ارزش ۷ می باشد)

جدول ۲: قسمتس از پرسشنامه ارائه شده توسط پرسشگر به گردشگران

(TSENS)	شرایط فیزیکی و زیباشناختی	رتبه هریک از پارامترها از دیدگاه گردشگران						
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
	آسمان کاملاً صاف							
	آسمان کاملاً صاف							
	آسمان کاملاً صاف							
	آسمان کاملاً صاف							
	آسمان کاملاً ابری							
	آسمان کاملاً ابری							
	وزش باد شدید							

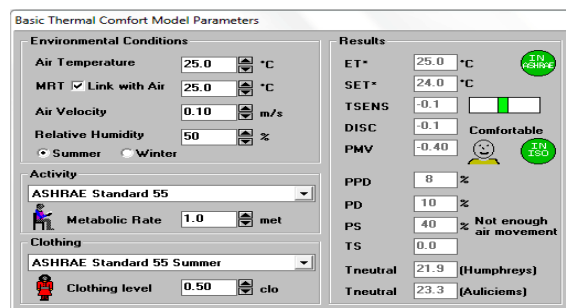
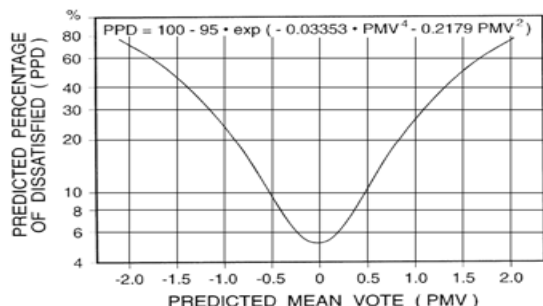
همچنین جهت ارزیابی هریک از متغیرها می توان سؤالات را بصورت زیر مطرح نمود:
 هنگامی که شما در ساحل قرار دارید، اگر باران شروع به بارش کرده و شما از زمان تداوم بارش بی اطلاع هستید، احتمالاً شما ساحل را ترک می کنید؟ بله/خیر
 هنگامی که شما در ساحل قرار دارید، باد بگونه ای شروع به وزش می کند که مایه اذیت و آزردهی شما می شود، احتمالاً شما ساحل را ترک می کنید؟ بله/خیر

محاسبه شرایط حرارتی

برای تعیین وضعیت حرارتی شاخص میتوان از دو روش دستی و نرم افزاری به تعیین مقیاس شاخص حرارتی ASHRAE پرداخت (شکل ۲). بدین منظور از ۶ متغیر سنجش سوخت و ساز بدن، نوع پوشش (لباس)، دمای هوا، دمای خورتاب، سرعت هوا و میزان رطوبت استفاده می شود که در بین آنها میزان دمای هوا و رطوبت از اهمیت خاصی برخوردار بوده و با محاسبه میانگین دما و رطوبت برای دیدبانی های روزانه و در ماههای مختلف و قرار دادن آن در مدل می توان از خروجی های PMV^۳ و PPD^۴ و قرار دادن آن در جدول (شکل ۲)، محدوده ی آسایش و ASHRAE^۵TSN را تعیین نمود^۵. اگرچه خود

1- *predicted mean vote*: یک شاخص برای پیش بینی وضعیت آسایش حرارتی بر اساس نظرات گروه بزرگی از مردم است.

نرم افزار نیز محدوده ی آسایش را تعیین می نماید . محدوده آسایش عمومی بر اساس دمای محیط زمانی است که $PMV < +0.5$ و $PMV > -0.5$ بوده و PPD نیز کمتر از ۱۰ درصد باشد . پس از تعیین محدوده حرارتی در منطقه مورد نظر، بر اساس مقیاس استاندارد ASHRAE ، وضعیت میزان بارش ، ابرناکی ، سرعت باد و میزان دید افقی را در طی دیدبانی های روزانه و در ماههای سال بررسی کرده و بر اساس حد مطلوب شاخص CIT مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته می شوند.



شکل ۲: نحوه ارزیابی ASHRAETS_N.

منابع برای مطالعه بیشتر:

1. ASHRAE. 2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ASHRAE Standard 55-2004, ASHRAE Inc., Atlanta, GA, USA.
2. De Freitas, C.R. Daniel S., Geoff M., 2008. A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. Int J Biometeorol, 52: 399–407.
3. Kaynakli O. and Kilic M., “Investigation of indoor thermal comfort under transient conditions”, building and Environment, 2005, Vol. 40, pp. 165-174.
4. Matzarakis A., Rutz F., 2005, Application of RayMan for tourism and climate investigations. Ann Meteorol, 41(2):631–636.
۵. شمسی پور و همکاران (۱۳۹۱)، ارزیابی شرایط اقلیمی شهر بندر انزلی از منظر گردشگری براساس شاخص اقلیم - گردشگری CIT، برنامه ریزی توسعه گردشگری، ش ۲: صص ۷۴-۹۱

2- *predicted percentage of dissatisfied* : یک شاخص که بصورت درصدی میزان ناراضیتهای مردم را از وضعیت حرارتی بر اساس شاخص *PMV* برآورد میکند .

3- با توجه به گستردگی سنجه استاندارد *ASHRAE* ، بمنظور مطالعه دقیق و آگاهی از نحوه محاسبه منبع شماره ... مطالعه گردد .