

روش نمایه گرما (HI) در ایستگاههای همدیدی سواحل جنوبی کشور  
در دوره سی ساله ۲۰۰۵-۱۹۷۶

مهندس احمد عسگری<sup>۱</sup>، دکتر حسن عسکری شیرازی<sup>۲</sup> و شهرزاد مومنی<sup>۳</sup>

چکیده

به منظور ارزیابی وضعیت تنش و آسایش گرمایی در هفت شهر ساحلی و جزیره ای جنوب کشور (آبادان، بوشهر، جزیره کیش، بندرلنگه، بندرعباس، جاسک و چابهار) در طول دوره سی ساله ۲۰۰۵-۱۹۷۶، روش نمایه گرما (HI) در مقیاس ساعات همدیدی، ماهانه و سالانه مورد بررسی قرار گرفت. در این میان فقط شهرهای آبادان و بوشهر در ماههای ژانویه، فوریه و دسامبر، و بندرعباس در ماه ژانویه فاقد تنش گرمایی بودند. همچنین در دو ماه منتخب سال (فوریه و اوت)، آبادان دارای کمترین نمایه گرما و چابهار دارای بیشترین نمایه گرما در ماه فوریه و چابهار دارای کمترین نمایه گرما و بندر لنگه دارای بیشترین نمایه گرما در ماه اوت می‌باشند. در عین حال بررسی میانگین سالانه نمایه گرما در هفت شهر مورد مطالعه نشان می‌دهد که آبادان دارای کمترین نمایه گرمای سالانه و در محدوده حداکثر احتیاط و جاسک و بندر لنگه دارای بیشترین نمایه گرمای سالانه و در محدوده خطر قرار داشته اند.

کلید واژگان: آسایش گرمایی، تعادل گرمایی، تنش گرمایی، دمای ظاهری، گردشگری، نمایه گرما

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

1. عضو هیئت علمی پژوهشکده هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
2. عضو هیئت علمی دانشکده علوم و فنون دریائی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
3. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریائی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

## مقدمه

علم مطالعه تأثیر جو بر روی موجودات زنده به نام زیست‌هواشناسی و زیست‌اقلیم‌شناسی نامیده می‌شود. بنابراین هوا و اقلیم بنا بر تأثیراتی که روی گیاه، حیوان و انسان بر جا می‌گذارند، زمینه ایجاد علوم مستقلی شده‌اند که به نام زیست‌اقلیم‌شناسی کشاورزی، زیست‌اقلیم‌شناسی حیوانی و بالاخره زیست‌اقلیم‌شناسی انسانی نامیده می‌شوند (کاویانی، ۱۳۷۲). اهمیت نقش اقلیم (آب و هوا) در زندگی انسان و تأثیرات آن بر فیزیولوژی بدن انسان، محققین را بر آن داشته است تا به ابداع روشهای خاص نسبت به تبیین موضوع بپردازند و از این منظر نمایه‌هایی را ارائه نموده‌اند. ویژگی عمده این نمایه‌ها استفاده توأم از دو یا چند عنصر هواشناسی و یا ترکیبی از متغیرهای فیزیولوژیکی، پوشاک و هواشناسی است (اداره کل هواشناسی بوشهر، ۱۳۸۷). از این رو بررسی و شناخت علمی عناصر و سازندهای اقلیمی تأثیرگذار بر انسان از اهمیت شایانی برخوردار خواهد بود.

نظر به اینکه منطقه ساحلی خلیج فارس و دریای عمان جزو مناطق گرم و تابش بالاست، لیکن از آنجا که چگونگی توزیع مکانی و زمانی تنش گرمایی در آنها مشخص نیست، در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. سه متغیر جوی دما، رطوبت و تابش دارای بیشترین اهمیت در توزیع تنش گرمایی هستند، ولی از آنجا که دما و رطوبت همیشه نسبت به سایر فراسنجه‌ها غالب بوده و بیشتر در دسترس هستند، در این پژوهش از این دو متغیر استفاده شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش ارائه آگاهیهای کامل از چگونگی توزیع این تنش گرمایی در طی سی سال و نیز مقایسه ویژگیهای آماری آنها در ایستگاههای مورد نظر است. همچنین بخشی از سال را نیز که فارغ از تنش گرمایی است از لحاظ کمی و مدت زمان آن بررسی و مشخص می‌نمائیم که می‌تواند مورد استفاده فراوان به ویژه در امور گردشگری داشته باشد.

**آسایش گرمایی:** آسایش گرمایی انسان شرایطی از ادراک اوست که در آن محیط فرد از لحاظ گرمایی احساس رضایت بخش می‌کند (قیابکلو، ۱۳۸۰). مهمترین تأثیر اقلیم بر فیزیولوژی انسان از طریق تنظیم سامانه گرمایی بدن صورت می‌گیرد که حاصل آن احساس آسایش یا عدم آسایش در شرایط متفاوت اقلیمی است. از نظر علمی برای مرزبندی گرما یا سرما نمی‌توان دمای معینی قائل شد، زیرا این مفاهیم ناشی از احساس طبیعی انسان در رابطه با شرایط فیزیولوژیکی وی می‌باشد که در مقابل مجموعه شرایط محیط، واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهد. بنابراین باید تأکید کنیم که درجه احساس آسایش یا عدم آن، صرفاً به دمای محیط بستگی ندارد بلکه عناصر دیگری از جمله: رطوبت، باد، تابش که با دما چهار عنصر دارای بار گرمایی محیط را تشکیل می‌دهند، در ایجاد نوع احساس مزبور سهیم می‌باشند.

**تعداد گرمایی:** تعادل گرمایی، توازن دریافت و دررفت تمام صور گرما است. (لاتجنس و تاربوک<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸). دمای بدن انسان هنگامی ثابت می‌ماند که توازن گرمایی بدن برقرار باشد، یعنی دریافت و دررفت گرمای بدن در حال تعادل قرار گیرد. اما این دریافت و دررفت گرما و نقش هر یک از فرایندهای انتقال انرژی، در طول حیات روزانه انسان مرتباً در دامنه نسبتاً وسیعی از مقادیر در تغییر است.

**انتقال گرمای درون بدن:** در شرایط گرم، بدن با افزایش گشادگی رگ‌ها جریان خون را در سطح پوست بیشتر کرده و بر مقدار انتقال گرما از بدن به محیط از طریق فرآیندهای همرفت و تابش می‌افزاید. با بالا رفتن گرمای محیط، عمل تعریق صورت گرفته و تبخیر رطوبت حاصل در سطح پوست، موجب افزایش دررفت گرمایی از طریق تبخیر جلدی شده و گرمای اضافی به محیط منتقل می‌گردد. در شرایطی که محیط سردتر از پوست باشد، بدن به وسیله کاهش جریان خون به پوست، از افزایش انتقال گرما از بدن به محیط جلوگیری می‌کند. اگر سرمای محیط بیش از این حد شود، کشش‌های عضلانی و لرز باعث تشدید سوخت و ساز و تولید گرما در بدن می‌شود (قیابکلو، ۱۳۸۰).

### عوامل مؤثر بر آسایش

دمای هوا، دمای متوسط تابشی، رطوبت هوا، جریان هوا، (چهار عنصر هواشناسی مهم دارای بار گرمایی) و نوع پوشاک و میزان فعالیت عوامل مؤثر بر آسایش می‌باشند.

**دمای هوا:** دمای هوای درون فضای مورد نظر که در حقیقت همان دمای خشک می‌باشد به سادگی به وسیله دماسنج خوانده می‌شود. دریافت و یا دررفت گرما از بدن ارتباط مستقیم با دمای محیط دارد

(قیابکلو، ۱۳۸۰). حتی افزایش یا کاهش یک یا دو درجه از دمای  $37^{\circ}$  سلسیوس بدن می‌تواند از ورای احساس سرما و گرما گذشته و باعث کاهش توان فیزیکی و روانی و حتی تظاهرات بیمارگونه فرد شود و ادامه روند افزایش یا کاهش دمای بدن می‌تواند در نهایت باعث مرگ وی شود (کاویانی، ۱۳۷۲).

**دمای متوسط تابشی:** میانگین دمای سطح محیطی است که بدن می‌تواند به روش تابش گرمایی با آن تبادل گرمایی انجام دهد. به سادگی می‌توان هنگام قرار گرفتن در کنار منبع گرم (برای مثال شومینه) دریافت تابش گرمایی و هنگام قرار گرفتن در کنار یک منبع سرد (برای مثال پنجره سرد) دررفت تابش گرمایی را احساس کرد (مرکز انرژی خورشیدی<sup>۱</sup>، ۱۹۸۱).

**رطوبت:** منظور از رطوبت هوا مقدار آبی است که به صورت بخار در هوا وجود دارد و متغیرهای مختلفی مانند فشار بخار آب، دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی و ... برای بیان آن به کار می‌رود. رطوبت نسبی به عنوان شناخته شده ترین متغیر رطوبت نزد عامه، نسبت جرم بخار آب موجود در حجم مشخصی از هوا در یک دما به حداکثر مقدار بخار آبی که همان حجم هوا در همان دما می‌تواند در خود نگه دارد، است. از آنجا که یکی از راههای دررفت گرمای بدن از طریق فرایند تبخیر است، افزایش رطوبت نسبی در هوای گرم انجام فرایند تبخیر را مشکل تر می‌سازد. این بر سازوکار تعرق بدن و کنترل دما تأثیر مستقیم می‌گذارد (کسمایی، ۱۳۸۵).

**جریان هوا:** معمولاً در محیطهای داخلی گرم، جریان هوا با سرعت  $1 \text{ m/s}$  خوشایند بوده و تا  $1/5 \text{ m/s}$  ممکن است قابل قبول باشد و در شرایط سرد جریان هوا نباید بیشتر از  $0/25 \text{ m/s}$  باشد و جریان کمتر از  $0/1 \text{ m/s}$  نیز خوشایند نمی‌باشد (سزوکلی<sup>۲</sup>، ۱۹۸۷).

**میزان فعالیت:** میزان گرمای تولید شده به وسیله بدن انسان با واحد وات بر متر مربع پوست انسان ( $\text{W/m}^2$ ) سنجیده می‌شود (دوبیوس و دوبیوس<sup>۳</sup>، ۱۹۱۶). کانون اصلی گرمای بدن تغذیه است. تولید انرژی ناشی از آن در حالت عادی و استراحت معادل  $50$  کیلوکالری در هر متر مربع در ساعت می‌باشد که به آن واحد انرژی سوخت و ساز اطلاق می‌شود و آن را با مت<sup>۴</sup> نشان می‌دهند. بیانگر مقادیر مختلف گرما است که در شرایط متفاوت سوخت و ساز در بدن ایجاد می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

1. Solar Energy Center
2. Szokolay
3. Dubois and Dubois
4. Met

جدول (۱): تولید گرمای بدن انسان در شرایط متفاوت فعالیت به نسبت واحد انرژی سوخت و ساز (برگرفته از بررسی‌های لانزبرگ<sup>۱</sup>، ۱۹۶۹).

کیلوکالری در متر مربع در ساعت	مقدار انرژی	نوع فعالیت
۴۰	۰/۸	در حالت خواب
۵۰	۱/۰	در حالت بیداری و استراحت
۷۵	۱/۵	در حالت ایستادن
۱۰۰	۲/۰	در حالت ایستادن و انجام کارهای سبک
۱۵۰	۳/۰	در حالت حرکت با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت و انجام کار عادی
۲۰۰	۴/۰	در حالت حرکت با سرعت ۵/۵ کیلومتر در ساعت و انجام کار کمی سخت
۳۰۰	۶/۰	در حالت دویدن و انجام کارهای سخت
۵۰۰	۱۰/۰	در حالت فعالیت‌های شدید و انجام ورزشهای سخت

### نمایه گرما

نمایه‌ای از ترکیب دما و رطوبت نسبی است که دمای ظاهری نیز نامیده می‌شود (اهرنس<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸). همانطور که گفته شد بدن با تبخیر رطوبت خود را خنک می‌کند بنابراین با افزایش رطوبت نسبی محیط و کاهش پذیرش بخار آب توسط جو میزان تبخیر عرق از پوست کاهش یافته و این سازوکار دچار مشکل خواهد شد. در عوض با خشک شدن هوا و افزایش تبخیر عرق، بدن بیشتر سرد می‌شود. به این ترتیب در رطوبت نسبی بالا بیشتر احساس گرما می‌کنیم. نمایه گرما از کاری که توسط آر. جی. استدمن<sup>۳</sup> انجام شد، به دست می‌آید (استدمن، ۱۹۷۹).

همانند نمایه سوز باد، نمایه گرما فرضیاتی شامل حجم بدن، قد، پوشاک و سرعت باد را در نظر می‌گیرد. انحرافات قابل توجه از اینها نتایجی را در مقادیر نمایه‌های گرما به وجود می‌آورد که به صورت دقیق در دمای محسوس منعکس نمی‌شود (نمایه گرما، ویکیپدیا<sup>۴</sup>). استدمن در سال ۱۹۷۹ مدلی زیست هواشناختی برای تعیین مقدار کمی اثر رطوبت روی دمای ظاهری بیان کرد و نتایج این مدل توسط مرکز هواشناسی ملی<sup>۵</sup> آمریکا به عنوان

1. Landsberg
2. Ahrens
3. R. G. Steadman
4. Wikipedia
5. National Weather Service (NWS)

نمایه گرما پذیرفته شد ( جانسون<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲، روتفوز<sup>۲</sup>، ۱۹۹۰). وی در این مدل متغیرهای هواشناختی و فیزیولوژیکی و عامل پوشاک را برای تعیین مقاومت کل بدن نسبت به انتقال گرما و رطوبت تحت شرایط دما و رطوبت‌های گوناگون مورد استفاده قرار داد. نمایه گرما (یا دمای ظاهری) نتیجه مطالعات وسیع زیست هواشناختی است. استدمن برای بیان رابطه خود از پیش فرض‌های زیر استفاده کرد:

(۱/۷m)	قد انسان	(۱۶ hPa)	فشار بخار، فشار بخار محیط جو
(۶۷ Kg)	وزن انسان	(۱۵/۳ cm)	قطر بدن (تابعی از حجم و چگالی بدن انسان)
(۰/۸۰)	تابش مؤثر سطح پوست (وابسته به مساحت سطح پوست)	(۵/۶۵ hPa)	فشار بخار داخل بدن که به دمای داخل بدن و نمک بدن (شوری) بستگی دارد
(۳۷ °C)	دمای داخلی بدن	(.۸۴٪ پوشش)	نوع پوشش: شلوار بلند و پیراهن آستین کوتاه
(۱۸۰ W/m <sup>2</sup> )	میزان فعالیت	(۱/۷۸ m <sup>2</sup> )	مساحت سطح پوست
(۰/۱۶۷ m <sup>2</sup> K W <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )	مقاومت پوشاک در انتقال گرما	(۱/۳ m/s)	سرعت باد متوسط
(۱۷/۴ W m <sup>2</sup> K <sup>-1</sup> )	ضریب انتقال همرفتی گرما (h <sub>c</sub> )	۰/۰۲۱ m <sup>2</sup> k Pa W <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup>	مقاومت پوشاک در انتقال رطوبت
(۰/۰۳۸۷ m <sup>2</sup> K W <sup>-1</sup> )	مقاومت پوست در انتقال گرما R <sub>s</sub>	(۴/۱۸+۰/۰۳۶ (T)) W m <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	ضریب انتقال تابشی گرما (h <sub>r</sub> )
$R_a = \frac{1}{h_r + h_c}$	مقاومت سطح در انتقال گرما R <sub>a</sub>	(۰/۰۵۲۱ m <sup>2</sup> k Pa W <sup>-1</sup> )	مقاومت پوست در انتقال رطوبت Z <sub>s</sub>
		$Z_a = \frac{0/0606}{h_c}$	مقاومت سطح در مقابل رطوبت Z <sub>a</sub>

1. Johnson
2. Rothfusz

## روش کار

به منظور تهیه رابطه ای مناسب از نمایه گرما برای استفاده در محاسبات و کاربردهای شبیه‌سازی، مرکز هواشناسی ملی آمریکا تحلیل وایازی چند متغیره‌ای را روی داده‌های فوق انجام داد و معادله حاصل تنها با استفاده از داده‌های دمای هوا و رطوبت نسبی به عنوان متغیره‌ای مستقل، قادر به محاسبه تقریبی نمایه گرما است. نمایه گرما از طریق رابطه ۱ به دست می‌آید:

$$HI = -42.379 + 2.04901523 T + 10.14333127RH - 0.22475541 T \times RH - 6.83783 \times 10^{-3} T^2 - 5.481717 \times 10^{-2} \times RH^2 + 1.22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times RH + 8.5282 \times 10^{-4} \times T \times RH^2 - 1.99 \times 10^{-6} \times T^2 \times RH^2$$

که در آن T دمای خشک بر حسب درجه فارنهایت و RH رطوبت نسبی بر حسب درصد می‌باشد. مقدار نمایه گرمای تعیین شده از معادله بالا دارای خطای  $\pm 1/3$  درجه فارنهایت می‌باشد (جانسون، ۲۰۰۲، روتفوز، ۱۹۹۰). بدیهی است با قرار دادن رابطه تبدیل دمای سلسیوس به فارنهایت به جای دما در رابطه فوق رابطه بر حسب درجه سلسیوس به دست می‌آید. این روش در گزارش (HSI)<sup>۱</sup> در نشریه راهنمای دیدبانی جوی از سوی واسگوز<sup>۲</sup> (۱۹۹۹) در ایستگاه‌های هواشناسی ایالت متحده آمریکا توصیه شده است و همچنین در سال ۲۰۰۲ دقت آن توسط سازمان هواشناسی جهانی<sup>۳</sup> تأیید شده است که در این پایان‌نامه از رابطه ۲ استفاده شده است.

$$HI = a_1 + RH \times (a_2 + a_3 \times RH) + T \times (a_4 + RH \times (a_6 + a_7 \times RH) + T \times (a_5 + RH \times (a_8 + a_9 \times RH)))$$

رابطه ۲.

که در آن:

$$\begin{aligned} a_1 &= -8/7846948 & a_4 &= 1/61139412 & a_7 &= 7/25489 \times 10^{-14} \\ a_2 &= 2/33854898 & a_5 &= -1/230809 \times 10^{-3} & a_8 &= 2/21173 \times 10^{-3} \\ a_3 &= -1/642498 \times 10^{-2} & a_6 &= -1/46115971 \times 10^{-2} & a_9 &= -3/582 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

1. Heat Stress Index
2. Vasquez
3. World Meteorological Organization (WMO)

در رابطه ۲ دمای خشک T و نمایه گرما (HI) بر حسب درجه سلسیوس و رطوبت نسبی (RH) بر حسب درصد می باشد (سایت<sup>۱</sup> NWS و USA today<sup>۲</sup>). با این حال مرکز هواشناسی ملی آمریکا جدول زیر را جهت مشخص کردن محدوده نمایه گرما و پیامدهای آن ارائه داده است.

جدول (۲): طبقه بندی نمایه گرما و نوع خطر و احتمال عوارض متناظر با آن (جکسون، ۲۰۰۶)

نوع خطر	نمایه گرما	احتمال عوارض گرمایی برای مردم در گروههای پر خطر
خطر شدید Extreme Danger	(۱۳۰ °F یا بالاتر) (۵۴ °C یا بالاتر)	احتمال گرمزدگی (غش در اثر گرما) یا آفتاب زدگی
خطر Danger	(۱۰۵-۱۲۹ °F) (۴۱-۵۴ °C)	احتمال آفتاب زدگی، گرفتگی عضلات و یا خستگی مفرط در اثر گرما. احتمال گرمزدگی (غش در اثر گرما) با در معرض گرما قرار گرفتن طولانی و / یا فعالیت بدنی زیاد
حداکثر احتیاط Extreme Caution	(۹۰-۱۰۵ °F) (۳۲-۴۱ °C)	احتمال آفتاب زدگی، گرفتگی عضلات، و یا خستگی مفرط در اثر گرما با در معرض گرما قرار گرفتن طولانی و / یا فعالیت‌های بدنی زیاد
احتیاط Caution	(۸۰-۹۰ °F) (۲۷-۳۲ °C)	احتمال خستگی با در معرض گرما قرار گرفتن طولانی و یا فعالیت بدنی زیاد



1 [www.srh.noa.gov/FTP/RODT/EWX](http://www.srh.noa.gov/FTP/RODT/EWX)

2 [www.usatoday.com/weather/whumcalc.htm](http://www.usatoday.com/weather/whumcalc.htm)



## نتایج

میانگین سالانه نمایه گرما (HI) در ساعات همدیدی ( $UTC^1$ ) در هفت شهر مورد مطالعه در دوره سی ساله ۲۰۰۵ - ۱۹۷۶. در شکل ۱ میانگین نمایه گرمای محاسبه شده در ساعات همدیدی ( $UTC$  ۲۱ و ۱۸ و ۱۵ و ۱۲ و ۰۹ و ۰۶ و ۰۳ و ۰۰) (برابر با (۰۰/۳۰ و ۲۱/۳۰ و ۱۸/۳۰ و ۱۵/۳۰ و ۱۲/۳۰ و ۰۹/۳۰ و ۰۶/۳۰ و ۰۳/۳۰) به وقت محلی) کل دوره سی ساله مورد مطالعه در شهرهای آبادان، بوشهر، جزیره کیش، بندر لنگه، بندرعباس، جاسک و چابهار رسم شده است.

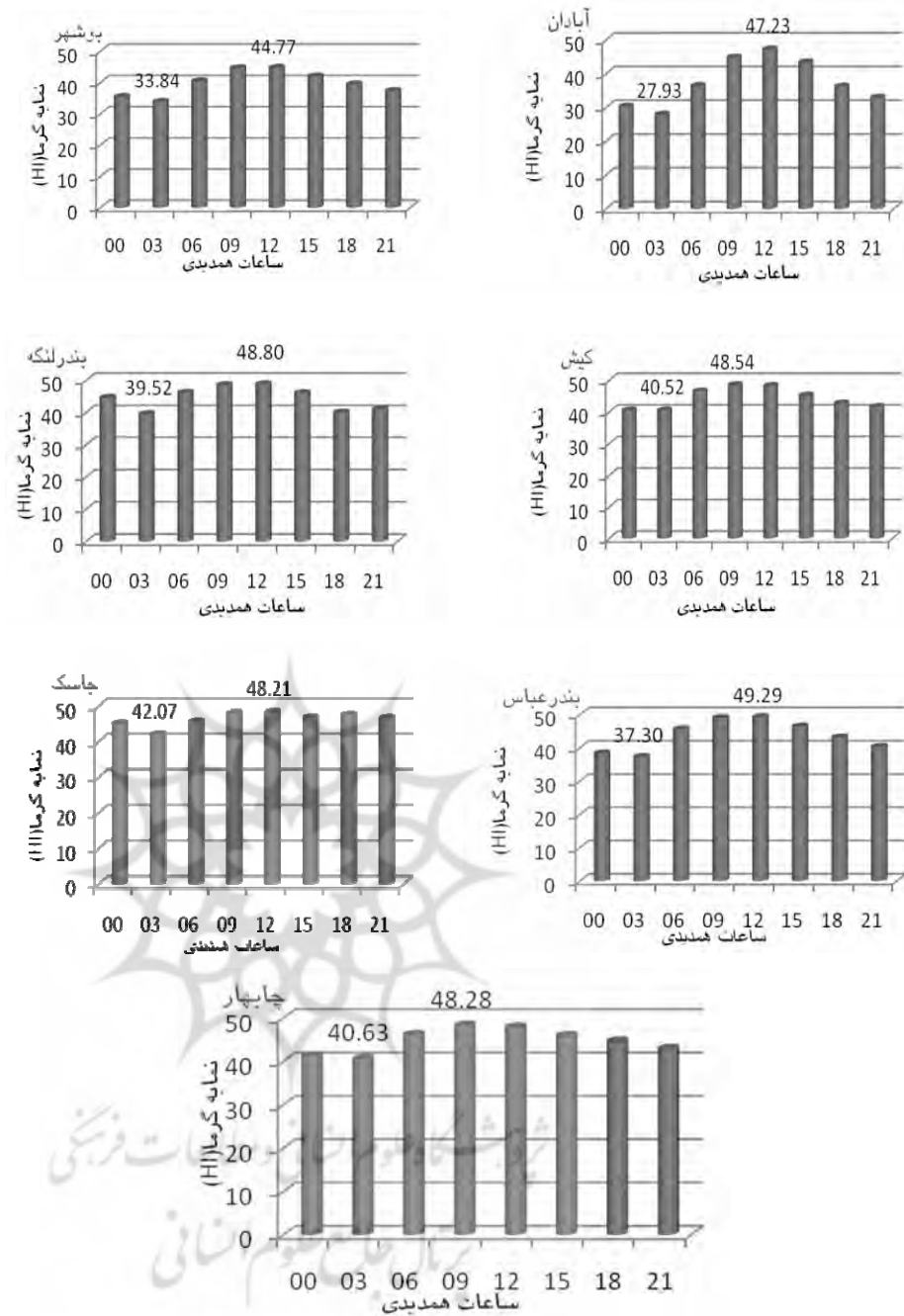
با توجه به نمودارهای موجود در ۰ و ۰ که احتمال عوارض گرمایی را در دامنه‌های مختلف نمایه گرما نشان می‌دهد مشاهده می‌شود که نمایه گرما در ساعات همدیدی ( $UTC$ ) آبادان در محدوده احتیاط، حداکثر احتیاط و خطر، بوشهر، بندر لنگه، بندرعباس، جزیره کیش و چابهار در محدوده حداکثر احتیاط و خطر و جاسک در محدوده خطر قرار داشته‌است. نتایج حاصل از این نمودارها به تفکیک ساعات همدیدی در ۰ آورده شده است.

## جدول (۳): وضعیت هفت شهر مورد مطالعه از نظر نوع خطر متناظر با مقادیر نمایه گرما در ساعات

همدیدی مختلف در دوره سی ساله ۲۰۰۵-۱۹۷۶

ساعات همدیدی شهر	۰۰	۰۳	۰۶	۰۹	۱۲	۱۵	۱۸	۲۱
آبادان	احتیاط	احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	احتیاط
بوشهر	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط
جزیره کیش	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر
بندر لنگه	خطر	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط
بندر عباس	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	حداکثر احتیاط
جاسک	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر
چابهار	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر

1 Universal Time Coordinate



شکل (۱): میانگین سالانه نمایه گرما (HI) در ساعات همیدیدی (UTC) مختلف در هفت شهر مورد مطالعه در دوره سی ساله ۲۰۰۵-۱۹۷۶

با توجه به ۰ که وضعیت شهرهای مورد مطالعه را در ساعات همیدی (UTC) فوریه نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که نمایه گرما در ساعات همیدی آبادان در محدوده خوب، بوشهر در محدوده خوب و احتیاط، جزیره کیش، بندرلنگه و بندرعباس، در محدوده خوب تا حداکثر احتیاط و جاسک و چابهار در محدوده احتیاط و حداکثر احتیاط قرار داشته‌اند. مطابق این جدول دیده می‌شود که کمترین نمایه گرما در ساعت ۰۳ و بیشترین آن در محدوده ساعات ۰۹ تا ۱۲ بوده است.

جدول (۴): وضعیت هفت شهر مورد مطالعه از نظر نوع خطر متناظر با مقادیر نمایه گرما در ساعات

همیدی مختلف در ماه فوریه در دوره سی ساله ۱۹۷۶-۲۰۰۵

شهر	ساعات همیدی								
	۲۱	۱۸	۱۵	۱۲	۰۹	۰۶	۰۳	۰۰	
آبادان	۱۳°C وضعیت خوب	۱۵°C وضعیت خوب	۲۱°C وضعیت خوب	۲۴°C وضعیت خوب	۲۱°C وضعیت خوب	۱۳°C وضعیت خوب	۸°C وضعیت خوب	۱۱°C وضعیت خوب	HI
بوشهر	۲۲°C وضعیت خوب	۲۴°C وضعیت خوب	۲۶°C وضعیت خوب	۲۹°C احتیاط	۲۸°C احتیاط	۲۳°C وضعیت خوب	۱۸°C وضعیت خوب	۱۹°C وضعیت خوب	HI
جزیره کیش	۲۸°C احتیاط	۲۹°C احتیاط	۳۱°C احتیاط	۳۴°C حداکثر احتیاط	۳۴°C حداکثر احتیاط	۳۲°C احتیاط	۲۶°C وضعیت خوب	۲۷°C وضعیت خوب	HI
بندر لنگه	۲۶°C وضعیت خوب	۲۸°C احتیاط	۳۲°C احتیاط	۳۵°C حداکثر احتیاط	۳۵°C حداکثر احتیاط	۳۱°C احتیاط	۲۴°C وضعیت خوب	۲۵°C وضعیت خوب	HI
بندر عباس	۲۶°C وضعیت خوب	۲۹°C احتیاط	۳۳°C حداکثر احتیاط	۳۶°C حداکثر احتیاط	۳۵°C حداکثر احتیاط	۳۰°C احتیاط	۲۲°C وضعیت خوب	۲۴°C وضعیت خوب	HI
جاسک	۳۳°C حداکثر احتیاط	۳۵°C حداکثر احتیاط	۳۶°C حداکثر احتیاط	۳۷°C حداکثر احتیاط	۳۷°C حداکثر احتیاط	۳۴°C حداکثر احتیاط	۳۰°C احتیاط	۳۱°C احتیاط	HI
چابهار	۳۳°C حداکثر احتیاط	۳۵°C حداکثر احتیاط	۳۶°C حداکثر احتیاط	۳۸°C حداکثر احتیاط	۳۸°C حداکثر احتیاط	۳۵°C حداکثر احتیاط	۲۸°C احتیاط	۳۰°C احتیاط	HI

با توجه به ۰ که وضعیت شهرهای مورد مطالعه را در ساعات همدیدی (UTC) ماه اوت نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که نمایه گرما در ساعات همدیدی آبادان، بوشهر بندر عباس و جاسک در محدوده خطر و خطر شدید، جزیره کیش و بندرلنگه در محدوده خطر شدید و چابهار در محدوده خطر قرار داشته‌اند. مطابق این جدول دیده می‌شود که کمترین نمایه گرما در ساعت ۰۳ و بیشترین آن در محدوده ساعات ۰۹ تا ۱۲ بوده است.

جدول (۵): وضعیت هفت شهر مورد مطالعه از نظر نوع خطر متناظر با مقادیر نمایه گرما در ساعات

همدیدی مختلف در ماه اوت در دوره سی ساله ۱۹۷۶-۲۰۰۵

شهر	ساعات همدیدی							
	۰۳	۰۶	۰۹	۱۲	۱۵	۱۸	۲۱	
آبادان	C° ۴۶ خطر	C° ۴۳ خطر	C° ۵۴ خطر	C° ۶۴ خطر شدید	C° ۶۷ خطر شدید	C° ۶۳ خطر شدید	C° ۵۳ خطر	C° ۴۹ خطر
بوشهر	C° ۵۲ خطر	C° ۵۱ خطر	C° ۵۸ خطر شدید	C° ۶۰ خطر شدید	C° ۶۰ خطر شدید	C° ۵۸ خطر شدید	C° ۵۶ خطر شدید	C° ۵۴ خطر
جزیره کیش	C° ۵۶ خطر شدید	C° ۵۶ خطر	C° ۶۰ خطر شدید	C° ۶۱ خطر شدید	C° ۶۱ خطر	C° ۵۹ خطر	C° ۵۷ خطر شدید	C° ۵۷ خطر شدید
بندر لنگه	C° ۵۶ خطر شدید	C° ۵۶ خطر	C° ۶۰ خطر شدید	C° ۶۲ خطر شدید	C° ۶۱ خطر	C° ۶۰ خطر	C° ۵۸ خطر شدید	C° ۵۵ خطر شدید
بندر عباس	C° ۵۵ خطر شدید	C° ۵۴ خطر	C° ۵۹ خطر شدید	C° ۶۱ خطر شدید	C° ۶۱ خطر	C° ۵۹ خطر	C° ۵۷ خطر شدید	C° ۵۶ خطر
جاسک	C° ۵۵ خطر شدید	C° ۵۳ خطر	C° ۵۵ خطر شدید	C° ۵۶ خطر شدید	C° ۵۶ خطر	C° ۵۵ خطر	C° ۵۶ خطر شدید	C° ۵۵ خطر
چابهار	C° ۴۹ خطر	C° ۴۹ خطر	C° ۵۲ خطر	C° ۵۳ خطر	C° ۵۲ خطر	C° ۵۱ خطر	C° ۵۰ خطر	C° ۵۰ خطر

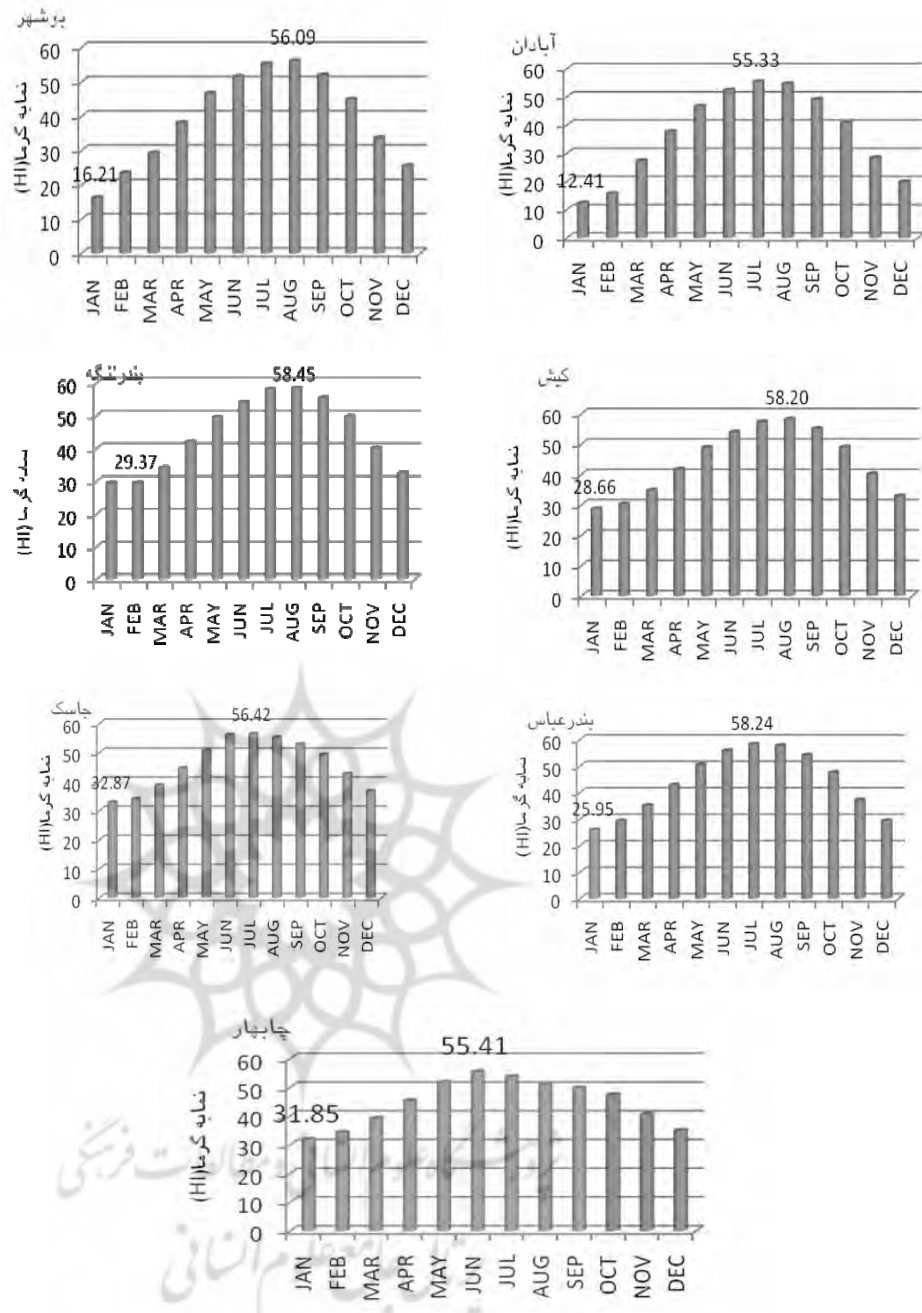
میانگین‌های ماهانه نمایه گرما (HI) در هفت شهر مورد مطالعه در دوره سی ساله ۱۹۷۶-۲۰۰۵ میانگین‌های ماهانه نمایه گرما با استفاده از داده‌های سی ساله در هریک از هفت شهر بصورت جداگانه محاسبه گردید و نمودارهای آن در ۰ ارائه شده است. از این نمودارها نتیجه می‌گیریم که در طول سی سال مورد مطالعه، بیشترین نمایه گرمای ماهانه (در محدوده خطر شدید) در ماه

ژوئیه برای شهرهای آبادان، بندرعباس و جاسک، در ماه اوت برای شهرهای بوشهر، کیش و بندر لنگه و در ماه ژوئن برای چابهار وجود داشته‌است. بطور کلی تمامی شهرها در ماه ژانویه کمترین مقدار نمایه گرما را داشته‌اند که در این میان شهرهای آبادان، بوشهر و بندرعباس در محدوده وضعیت خوب (فاقد تنش گرمایی) و سایر شهرهای مورد مطالعه در وضعیت احتیاط قرار گرفته‌اند. سایر نتایج ۰ در ۰ آورده شده است.

جدول (۶): وضعیت هفت شهر مورد مطالعه از نظر نوع خطر متناظر با مقادیر نمایه گرما در ماههای

مختلف در دوره سی ساله ۱۹۷۶-۲۰۰۵

ماه شهر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آبادان	عدم تنش گرمایی	عدم تنش گرمایی	احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر شدید	خطر شدید	خطر	حداکثر احتیاط	احتیاط	عدم تنش گرمایی
بوشهر	عدم تنش گرمایی	عدم تنش گرمایی	احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر شدید	خطر شدید	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	عدم تنش گرمایی
جزیره کیش	احتیاط	احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر شدید	خطر شدید	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط
بندر لنگه	احتیاط	احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر شدید	خطر شدید	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	احتیاط
بندر عباس	عدم تنش گرمایی	احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر شدید	خطر شدید	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	احتیاط
جاسک	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر شدید	خطر شدید	خطر	خطر	خطر	حداکثر احتیاط
چابهار	احتیاط	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	خطر	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط

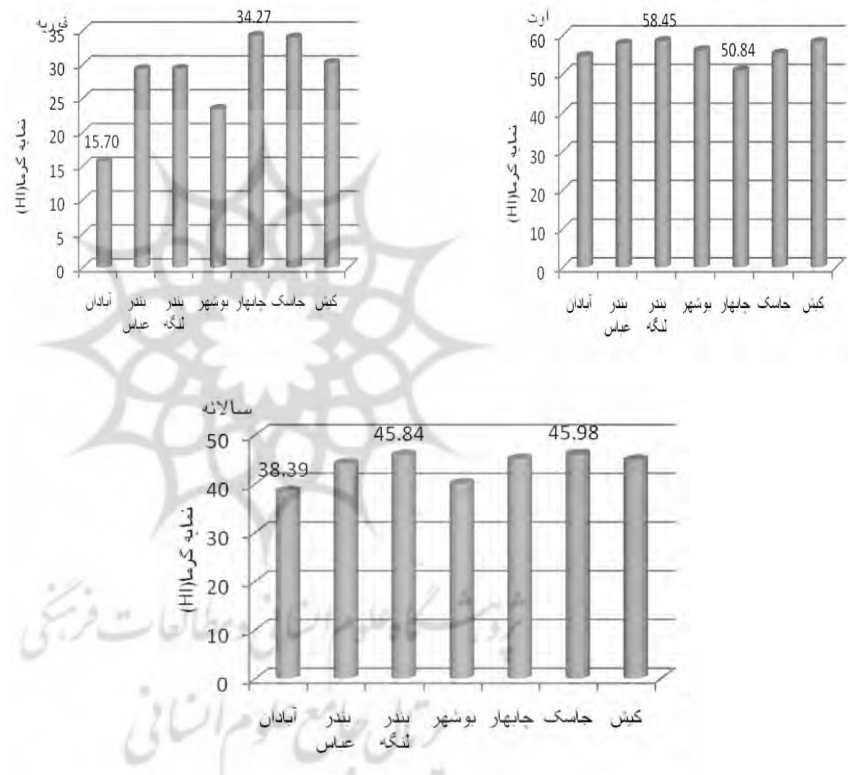


شکل (۲): میانگین‌های ماهانه نمایه گرما (HI) در هفت شهر مورد مطالعه در دوره سی ساله

۱۹۷۶-۲۰۰۵

### مقایسه میانگین‌های فوریه، اوت و سالانه، نمایه گرما (HI) در هفت شهر مورد مطالعه در دوره سی ساله ۲۰۰۵ - ۱۹۷۶

در این بخش برای نمونه نمودار میانگین نمایه گرما برای دوماه اوت (تابستان) و فوریه (زمستان) و همچنین میانگین سالانه آن در دوره سی ساله در ۰ ارائه شده است. بر این اساس ماه فوریه آبادان در مقایسه با تمام شهرهای مورد مطالعه دارای کمترین نمایه گرما و در محدوده خوب و چابهار دارای بیشترین نمایه گرما و در محدوده حداکثر احتیاط قرار داشته‌اند و در ماه اوت چابهار دارای کمترین نمایه گرما و در محدوده خطر و بندر لنگه دارای بیشترین نمایه گرما و در محدوده خطر شدید بوده‌اند. در عین حال بررسی میانگین سالانه نمایه گرما در هفت شهر مورد مطالعه نشان می‌دهد که آبادان دارای کمترین نمایه گرمای سالانه و در محدوده حداکثر احتیاط و جاسک و بندر لنگه دارای بیشترین نمایه گرمای سالانه و در محدوده خطر قرار داشته‌اند.



شکل (۳): مقایسه میانگین‌های فوریه، اوت و سالانه، نمایه گرما (HI) در هفت شهر مورد مطالعه در دوره سی ساله ۲۰۰۵ - ۱۹۷۶

## نتیجه گیری

در طول سی سال مورد مطالعه نمایه گرما در تمام ساعات همدیدی (UTC)، آبادان در محدوده احتیاط و خطر، بوشهر، بندر لنگه و بندرعباس در محدوده حداکثر احتیاط و خطر، جزیره کیش، جاسک و چابهار در محدوده خطر قرار داشته‌است. به این ترتیب آبادان در بررسی ساعتی نمایه گرما مطلوبترین وضعیت را به خود اختصاص داده است. در بررسی سی ساله هفت شهر مورد مطالعه به این نتیجه رسیدیم که آبادان و بوشهر در ماههای دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس (آذر ماه تا فروردین ماه) در وضعیت آسایش قرار داشته‌اند. در سایر شهرها در ماههای زمستانی در محدوده احتیاط به بالا بوده‌ایم. بنابراین فقط شهرهای آبادان و بوشهر دارای ماههایی در محدوده آسایش بوده‌اند. تابستان تمامی این شهرها در وضعیت خطر و خطر شدید قرار داشته است. به این ترتیب تابستانهای این شهرها برای گردشگری نامناسب بنظر می‌رسد.

ماه فوریه آبادان در مقایسه با تمام شهرهای مورد مطالعه دارای کمترین نمایه گرما و در محدوده خوب و چابهار دارای بیشترین نمایه گرما و در محدوده حداکثر احتیاط قرار داشته‌اند. سایر شهرها به ترتیب بوشهر، بندرعباس، بندر لنگه، جزیره کیش و جاسک بوده‌اند. به جز بوشهر که در محدوده آسایش بوده است، سایر شهرها در محدوده احتیاط و حداکثر احتیاط قرار داشته‌اند و در ماه اوت چابهار دارای کمترین نمایه گرما و در محدوده خطر و بندر لنگه دارای بیشترین نمایه گرما و در محدوده خطر شدید بوده‌اند و سایر شهرها به ترتیب آبادان، جاسک، بوشهر، بندرعباس و جزیره کیش در وضعیت خطر تا خطر شدید قرار داشته‌اند. در عین حال بررسی میانگین سالانه نمایه گرما در هفت شهر مورد مطالعه نشان می‌دهد که آبادان دارای کمترین نمایه گرمای سالانه و در محدوده حداکثر احتیاط و جاسک و بندر لنگه دارای بیشترین نمایه گرمای سالانه و در محدوده خطر بوده‌اند و سایر شهرها به ترتیب بوشهر، بندرعباس، جزیره کیش و چابهار در بین این دو حالت قرار داشته‌اند.

در بررسی نمایه گرما گرم ترین ساعات روز برای ماههای فوریه و اوت در محدوده UTC ۰۹ تا UTC ۱۲ (۱۲:۳۰ تا ۱۵:۳۰ به وقت محلی) بود. بنابراین باید مردم در محدوده زمانی فوق کمتر از خانه و محل کار خود بیرون آمده و در ضمن تدابیری اندیشیده شود تا در محدوده فوق میزان فعالیت واحدهای تجاری و اداری و ... به حد اقل برسد تا نیاز به خروج مردم از منزل نیز به حداقل ممکن کاهش پیدا کرده و علاوه بر کاهش عوارض گرمایی، تا حدی سبب کاهش مصرف انرژی نیز شود.



## منابع

۱. اداره کل هواشناسی استان بوشهر، ۱۳۸۷، احساس غالب، اداره تحقیقات اقلیمی و هواشناسی کاربردی، ماهنامه تیرماه.
۲. علیجانی، ب، احمدی، م، ۱۳۷۴، تعیین درجه آسایش آب و هوایی شهر تهران، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت معلم، شماره نهم، دهم و یازدهم، سال سوم، صص ۱۴۳-۱۲۷.
۳. قیابکلو، ز، زمستان ۱۳۸۰، روشهای تخمین محدوده آسایش گرمایی، دانشگاه تهران، دانشکده هنرهای زیبا، گروه آموزشی معماری، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰، صص ۷۴-۶۸.
۴. کاویانی، م، ۱۳۷۲، بررسی و تهیه نقشه زیست اقلیم انسانی ایران، دانشگاه اصفهان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱، سال هشتم، شماره مسلسل ۲۸.
۵. کسمایی، م، ۱۳۸۵، اقلیم و معماری، نشر خاک، ادبیات معماری و شهرسازی.
6. Ahrens, C. D. 1998. "Essentials of meteorology". Wadworth publishing company, U. S. A.
7. ASHRAE handbook, 1985. Fundamentals, chapter 5, American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers.
8. Dubois, D. and E. F. Dubois, 1916. A formula to estimate approximate surface area. Archives of international medicine Vol. 17, pp. 863-71.
9. Gagge, A. P. , Burton, A. C. and Bazett, H. C. 1942. "A practical system of units for the description of heat exchange of man with his environment". Science. Vol. 94, pp. 428-430.
10. Heat Index, Wikipedia, The free encyclopedia.
11. Jackson, KY, 2006, NOAA's National Weather Service, Weather Forecast Office.
12. Johnson Ted, 2002, A guide to selected algorithms, distributions, and databases used in exposure models developed by the office of air quality planning and standards, section 11.
13. Landsberg. J. , 1969. Weather and health. Garden city, N. Y, Doubleday Anchor.
14. Rothfusz, L, 1990, The heat index equation, scientific services division.
15. So. Solar energy center, 1981, Building with passive solar, United States department of energy.
16. Steadman R. G, 1979, the assessment of sultriness. Part II: Effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent, temperature journal of applied meteorology, Vol 18, No 7, pp 874-885.
17. Steadman R. G, 1979. The assessment of Sultriness. Part I: A temperature - Humidity Index based on human physiology and

- clothing science, Journal of applied meteorology, Vol 18, No 7, pp 861-873.
18. Szokolay, S. V. 1987. Thermal design of buildings. Canberra, Raia education division.
  19. Thompson, R, Perry, A, 1997, Animal responses to climate, Applied climatology, page 141.
  20. Watt, J. R. 1963. "Evaporative Air Conditioning". New York, the industrial press.
  21. [www.srh.noaa.gov/FTP/PRODT/EWX](http://www.srh.noaa.gov/FTP/PRODT/EWX)
  22. [www.usatoday.com/weather/whumcalc.htm](http://www.usatoday.com/weather/whumcalc.htm)
  23. Yan, Y. Y. and J. E. Oliver, 1996, the clo: A utilitarian unit to measure the weather / Climate comfort, Int. J. of climatology, Vol, pp. 1045-56. 1541-1544

