



# پایش و ارزیابی شاخصهای یخبندان

## و پیش بینی تاریخ شروع یخبندانهای پاییزه در ایران

(مطالعه موردی: ایستگاه همدان)

مهندس مهرداد حسینی - کارشناس ارشد هواشناسی

مهندس رضایرانی - کارشناس ارشد هواشناسی

مهندس مریم ختار - کارشناس فیزیک کاربردی

### چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی یخبندان‌های رخ داده در ایستگاه اکیاتان (همدان) حداقل دماهای روزانه این ایستگاه مورد مطالعه قرار گرفت که بطور کلی یخبندانها را به سه دسته ضعیف (ملایم)، متوسط و شدید تقسیم کرده ایم. سپس رنج تغییرات زمانی وقوع این یخبندانها تعیین و فراوانی وقوع آنها نیز محاسبه گردیده است. همچنین سعی شده است با بدست آوردن یک فرمول تجربی تاریخ اولین یخبندان پاییزه با توجه به تاریخ وقوع آخرین یخبندان بهاره همان سال پیش بینی شود و با محاسبه پارامترهای آماری مختلف، احتمال وقوع آستانه‌های دما بین ۱۵ تا ۰- درجه سلسیوس نیز در ماههای سال تعیین گردد. علاوه بر آن با تقسیم طول سال به ۳۶ دهه مختلف سعی شده است، دماهایی که با درصد احتمالات مختلف، احتمال وقوع دارند نیز محاسبه گردد. **واژگان کلیدی:** حداقل دما - یخبندان - همبستگی - تاریخ وقوع - فراوانی - ایستگاه اکیاتان

### مقدمه

تأثیرگذاری عوامل آب و هوایی در بهبود ساختار اقتصادی کشور از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. از بخشهای تأثیرپذیر که رابطه مستقیمی با پدیده‌های آب و هوایی دارد بخش کشاورزی می‌باشد. در صورتی که در برنامه ریزیهای کشاورزی نسبت به نقش عناصر جوی آگاهی کافی وجود نداشته باشد، توفیق چندانی حاصل نخواهد شد زیرا اثبات شده است که در بیشتر موارد بازده کم محصولات کشاورزی نتیجه عدم آگاهی و برنامه ریزی متناسب با شرایط جوی است. با وجود اینکه کنترل عوامل جوی و اقلیمی توسط انسان ناممکن است ولی انسان با تلاش خود در جهت ارتقاء دانش نسبت به اثرات عوامل جوی و با مطالعات روند تغییرات اقلیمی سعی در کاهش میزان خسارات وارده با ابداع روشهایی نوین داشته است. بطور کلی یخبندان به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن دمای هوا در ارتفاع حدود یک تا دو متر از سطح زمین به سفر یا زیر صفر درجه سلسیوس می‌رسد. یخبندان و کاهش درجه حرارت در مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای دارای اهمیت زیادی می‌باشد. بخصوص که به دلیل بارشهای مناسب در این

مناطق کشاورزی نقش اساسی را در اقتصاد منطقه به عهده دارد. از دیدگاه هواشناسی کشاورزی، یخبندان به وقوع درجه حرارت‌های پایین در حدی که منجر به خسارت به بافتهای گیاهی شود اطلاق می‌گردد که این نوع یخبندان با توجه به درجات حرارت بحرانی برای هر محصولی متفاوت می‌باشد. افت شدید درجه حرارت (حداقل دما) و وقوع یخبندان در مراحل مختلف رویشی برای محصولات کشاورزی از اهمیت بسزایی برخوردار است که در صورت وقوع منجر به محدودیت تولید می‌شود، زیرا گیاهان حساس به سرما مثل گیاهان یکساله و همچنین اندامهای حساس به سرما مثل گل‌های درختان میوه در دماهای زیر صفر به شدت صدمه می‌بینند. از آنجایی که هر ساله خسارات زیادی به کشاورزان و باغداران از طریق وقوع یخبندان و در نتیجه سرمازدگی محصولات وارد می‌شود شناخت و بررسی راهکارهای مناسبی جهت کاهش خسارات ناشی از این امر در اولویت قرار می‌گیرد. در این تحقیق به دلیل اهمیت و کاربرد فراوان حداقل دما در برنامه ریزیهای عمرانی و اقتصادی منطقه به بررسی کلی حداقل دمای روزانه در منطقه اکیاتان (همدان) با توجه به داده‌های مناسب نسبت به دیگر ایستگاههای استان همدان پرداخته شده است.

### روش تحقیق

در این بررسی داده‌های حداقل دمای روزانه ایستگاه اکیاتان طی دوره آماری ۲۳ ساله (بین سالهای ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۲) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. به منظور مطالعه یخبندان در ایستگاه مذکور یخبندانها به سه دسته ضعیف یا ملایم (دما بین ۰ تا ۱- درجه سلسیوس) متوسط (بین ۱- تا ۳- درجه سلسیوس) و شدید (کمتر از ۳- درجه سلسیوس) تقسیم شده‌اند. شروع یخبندانهای ملایم اکثرأ در مهر ماه (۱۶ مورد) و بقیه در آبان ماه (۷ مورد) اتفاق افتاده است که زودترین تاریخ وقوع یخبندانهای پاییزه در چهارم مهر ماه سال هزار و سیصد و شصت و دیرترین تاریخ شروع یخبندان پاییزه در هجدهم آبان ماه سال هزار و سیصد و هفتاد و هشت رخ داده است. آخرین یخبندانهای ملایم ایستگاه اکیاتان بیشتر در فروردین ماه (۱۴ مورد) و اردیبهشت ماه (۸ مورد)



(منبع: سازمان هواشناسی)

جدول (۱): فراوانی وقوع یخبندانهای مختلف

سال	یخبندان ملایم	یخبندان متوسط	یخبندان شدید	جمع	سال	یخبندان ملایم	یخبندان متوسط	یخبندان شدید	جمع
۱۳۶۰	۲۵	۲۹	۹۰	۱۴۴	۱۳۷۲	۲۴	۳۶	۶۳	۱۲۳
۱۳۶۱	۹	۲۲	۱۱۱	۱۴۲	۱۳۷۳	۲۴	۲۰	۷۲	۱۱۶
۱۳۶۲	۲۶	۴۲	۸۵	۱۵۳	۱۳۷۴	۳۱	۳۲	۷۷	۱۴۰
۱۳۶۳	۳۱	۳۳	۸۴	۱۴۸	۱۳۷۵	۱۸	۳۴	۷۶	۱۲۸
۱۳۶۴	۲۴	۳۱	۷۵	۱۳۰	۱۳۷۶	۲۳	۳۳	۷۴	۱۳۰
۱۳۶۵	۲۴	۲۱	۷۱	۱۱۶	۱۳۷۷	۱۶	۲۸	۶۷	۱۱۱
۱۳۶۶	۲۱	۴۶	۶۸	۱۳۵	۱۳۷۸	۱۳	۲۸	۸۲	۱۲۳
۱۳۶۷	۱۲	۲۱	۹۹	۱۳۲	۱۳۷۹	۲۰	۲۸	۷۳	۱۲۱
۱۳۶۸	۱۳	۳۳	۷۸	۱۲۴	۱۳۸۰	۱۷	۲۱	۶۰	۹۸
۱۳۶۹	۲۴	۳۶	۷۶	۱۳۶	۱۳۸۱	۱۳	۲۹	۶۱	۱۰۳
۱۳۷۰	۱۶	۱۰	۹۸	۱۲۴	۱۳۸۲	۱۶	۲۳	۶۲	۱۰۱
۱۳۷۱	۲۵	۴۰	۶۸	۱۳۳					

جدول (۲): پارامترهای آماری حداقل دمای ایستگاه اکباتان (منبع: سازمان هواشناسی)

سالیانه	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	میانگین
۲/۸	-۳/۳	-۷/۷	-۶/۶	-۳/۴	۰/۹	۴	۸/۵	۱۲/۸	۱۲/۴	۸/۸	۵/۹	۱/۹	۱/۹
۲۳	۱۴	۲۱/۶	۷/۲	۱۲	۱۴/۶	۱۷/۸	۱۸	۲۱/۸	۲۳	۲۰	۱۶	۱۴	بیشترین
-۳۳/۸	-۲۵	-۳۳/۸	-۲۶/۸	-۲۵/۲	-۱۲/۶	-۵	۱/۴	۶	۰/۸	۰/۴	-۲/۲	-۱۱	کمترین
۵۶/۸	۳۹	۵۵/۴	۳۴/۲	۳۷/۲	۲۷/۲	۲۲/۸	۱۶/۶	۱۵/۸	۲۲/۲	۱۹/۶	۱۸/۲	۲۵	دامنه تغییرات
۸/۱	۵/۴	۷/۱	۶/۲	۵/۴	۴	۳/۵	۲/۸	۲/۶	۲/۸	۲/۵	۳/۱	۴	انحراف معیار
-۰/۶	-۰/۷	-۰/۹	۰/۹	-۰/۹	۰/۲	۰/۴	۰/۴	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۱	چولگی
۲۸۴/۴	-۱۶۱/۲	-۹۲/۳	-۹۳/۶	-۱۵۷/۱	۲۳۲/۱	۸۶/۹	۳۳/۳	۲۰/۱	۲۲/۸	۲۸/۵	۵۳	۲۱۱/۷	ضریب تغییرات

شدید بهار مربوط به شانزدهم اسفند سال هزار و سیصد و هفتاد و چهار و دیرترین آن مربوط به تاریخ بیست و چهارم فروردین ماه سالهای هزار و سیصد و شصت و دو و هزار و سیصد و هفتاد و شش می باشد. بطور کلی ایستگاه اکباتان میانگین ۱۲۷ روز یخبندان در سال را در طول ۲۳ سال گذشته تجربه کرده است که سهم یخبندان ملایم در این ایستگاه بطور متوسط حدود ۲۰ روز در سال می باشد. در این بین سال هزار و سیصد و شصت و یک با ۹ روز و سال هزار و سیصد و شصت و سه با ۳۱ روز به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد روزهای یخبندان ملایم را داشته اند. یخبندان متوسط در این ایستگاه دارای میانگینی در حدود ۲۹ روز در سال می باشد. که کمترین تعداد روزهای همراه با یخبندان متوسط در سال هزار و سیصد و هفتاد و ده (۱۰ روز) و بیشترین آن در سال هزار و سیصد و شصت و شش (۴۶ روز) رخ داده است. یخبندانهای شدید این ایستگاه نیز بطور میانگین حدود ۷۸ روز از سال را در بر می گیرد که در این میان سال هزار و سیصد و هشتاد و شش با ۶۰ روز کمترین فراوانی و سال هزار و سیصد و شصت و یک با ۱۱۱ روز بیشترین فراوانی تعداد روزهای همراه با یخبندان شدید را داشته است. جدول (۱) فراوانی وقوع یخبندانهای مختلف طی دوره آماری مورد بررسی را نشان می دهد.

با بررسی تاریخهای وقوع اولین و آخرین یخبندانهای مختلف همبستگی معنی داری بین تاریخ شروع اولین یخبندان پاییزه با تاریخ آخرین یخبندان بهاره آن سال مورد تأیید قرار گرفت که بر اساس رابطه ذیل

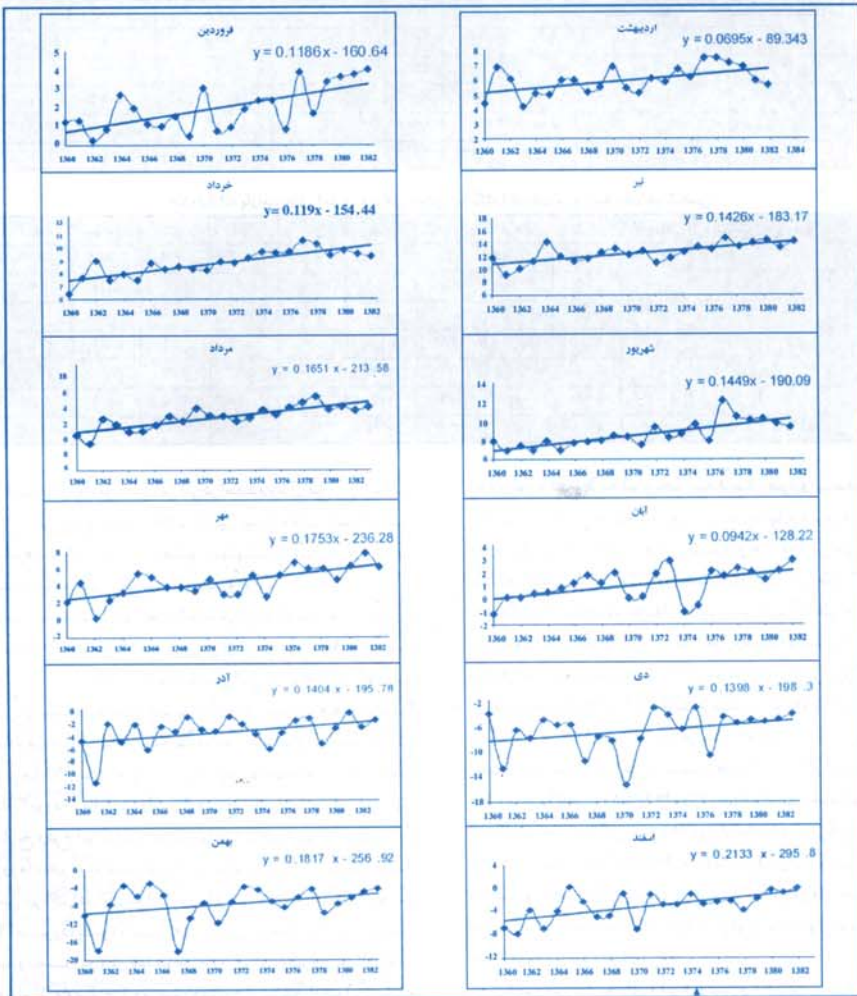
دوره پانزدهم، شماره پنجاه و هشتم / ۲۳

اتفاق افتاده است و در یک مورد نیز این امر در اسفندماه سال قبل رخ داده است. رنج تغییرات زمانی وقوع یخبندان ملایم نیز بین بیست و هشتم اسفند در سال هزار و سیصد و هفتاد و شش تا بیست و هشتم اردیبهشت در سال هزار و سیصد و شصت و شصت متفاوت بوده است. (یک دوره شصت روزه)

از بررسی یخبندانهای متوسط ملاحظه می گردد که تاریخ شروع این یخبندانها عمدتاً در آبان ماه (۱۴ مورد) و پس از آن در مهرماه (۹ مورد) بوده است. زودترین شروع یخبندان متوسط طی این دوره آماری را در سوم مهر سال هزار و سیصد و شصت و دیرترین آن را در بیست و هفتم آبان سال هزار و سیصد و هشتاد و یک شاهد بوده ایم. خاتمه یخبندانهای متوسط نیز بیشتر در فروردین ماه (۱۷ مورد) و پس از آن در اردیبهشت ماه و اسفندماه سال قبل (هرکدام ۳ مورد) اتفاق افتاده است که رنج تغییرات زمانی زودترین و دیرترین تاریخ وقوع آنها بین بیست و ششم اسفند تا سیزدهم اردیبهشت (یک دوره ۴۷ روزه) متغیر بوده است. شروع یخبندانهای شدید رخ داده در ایستگاه مورد بررسی نیز اکثراً در آبان ماه (۱۷ مورد) و پس از آن در آذرماه (۴ مورد) و مهرماه (۲ مورد) بوده است. زودترین یخبندان شدید در سال هزار و سیصد و شصت و دو و در هفدهم مهرماه و دیرترین شروع یخبندان شدید پاییزه در هشتم آذرماه سال هزار و سیصد و هفتاد و هشت اتفاق افتاده است. خاتمه یخبندانهای شدید این ایستگاه نیز اکثراً در فروردین ماه (۱۶ مورد) و بقیه در اسفندماه سال قبل رخ داده است. زودترین تاریخ وقوع آخرین یخبندانهای

آماري مربوط به حداقل دماي روزانه ايستگاه اكيانان را نشان مي دهد. همانطور كه ملاحظه مي شود دامنه تغييرات دماي حداقل در بهمن ماه از ديگر ماههاي سال بيشتر است (۵۵/۴ درجه)، و در مردادماه اين پارامتر كمترين مقدار را دارد (۱۵/۸ درجه). ضريب تغييرات دماي حداقل در آبان، فروردين و آذر به ترتيب با مقادير ۲۱۱/۷، ۴۳۲/۱ و ۱۵۷/۱ - نسبتاً زيادمي باشد كه دليل آن را مي توان تغييرات وضعيت جوي طي فصول بهار و پاييز دانست. نمودار (۱) روند تغييرات ميانگين ماهيانه حداقل دما را طي دوره آماري مورد بررسي نشان مي دهد.

مي توان با داشتن تاريخ آخرين يخچندان بهاره (X) تاريخ اولين يخچندان پاييزه (Y) در آن سال را پيش بيني كرد. قابل ذكراست كه در اين معادله (X) و (Y) برحسب شماره تعداد روزهاي گذشت سال مشخص مي شوند، كه مبناي محاسبه روز اول سال مي باشد و در سالهايي كه آخرين يخچندان بهاره در اسفندماه سال قبل رخ داده است اين عدد بصورت منفي در نظر گرفته مي شود. متوسط خطاي تاريخهاي پيش بيني شده توسط اين رابطه در حدود ۱۱ روز مي باشد. جدول (۲) بعضي از پارامترهاي



نمودار (۱): تغييرات ميانگين ماهيانه حداقل دماي ايستگاه اكيانان (محورافقي سال ومحورعمودي دما برحسب درجه سلسيوس)

(منبع: سازمان هواشناسی)

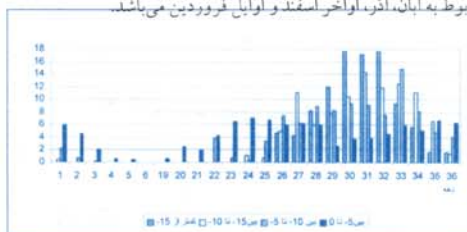
جدول (۳): تاریخ شروع وخاتمه دهه‌های مختلف سال

دهه	تاریخ	دهه	تاریخ	دهه	تاریخ
۱	ازیکم تادهم فروردین	۱۳	ازیکم تادهم مرداد	۲۵	ازیکم تادهم آذر
۲	از یازدهم نایبستم فروردین	۱۴	از یازدهم نایبستم مرداد	۲۶	از یازدهم نایبستم آذر
۳	از بیست و یکم تاسی و یکم فروردین	۱۵	از بیست و یکم تاسی و یکم مرداد	۲۷	از بیست و یکم تاسی ام آذر
۴	از یکم تادهم اردیبهشت	۱۶	از یکم تادهم شهریور	۲۸	از یکم تادهم دی
۵	از یازدهم نایبستم اردیبهشت	۱۷	از یازدهم نایبستم شهریور	۲۹	از یازدهم نایبستم دی
۶	از بیست و یکم تاسی و یکم اردیبهشت	۱۸	از بیست و یکم تاسی و یکم شهریور	۳۰	از بیست و یکم تاسی ام دی
۷	از یکم تادهم خرداد	۱۹	از یکم تادهم مهر	۳۱	از یکم تادهم بهمن
۸	از یازدهم نایبستم خرداد	۲۰	از یازدهم نایبستم مهر	۳۲	از یازدهم نایبستم بهمن
۹	از بیست و یکم تاسی و یکم خرداد	۲۱	از بیست و یکم تاسی ام مهر	۳۳	از بیست و یکم تاسی ام بهمن
۱۰	از یکم تادهم تیر	۲۲	از یکم تادهم آبان	۳۴	از یکم تادهم اسفند
۱۱	از یازدهم نایبستم تیر	۲۳	از یازدهم نایبستم آبان	۳۵	از یازدهم نایبستم اسفند
۱۲	از بیست و یکم تاسی و یکم تیر	۲۴	از بیست و یکم تاسی ام آبان	۳۶	از بیست و یکم تاسی ام اسفند

جدول (۴): تغییرات احتمال وقوع آستانه‌های دمایی بین ۰ تا ۱۵- در ایستگاه اکباتان (منبع: سازمان هواشناسی)

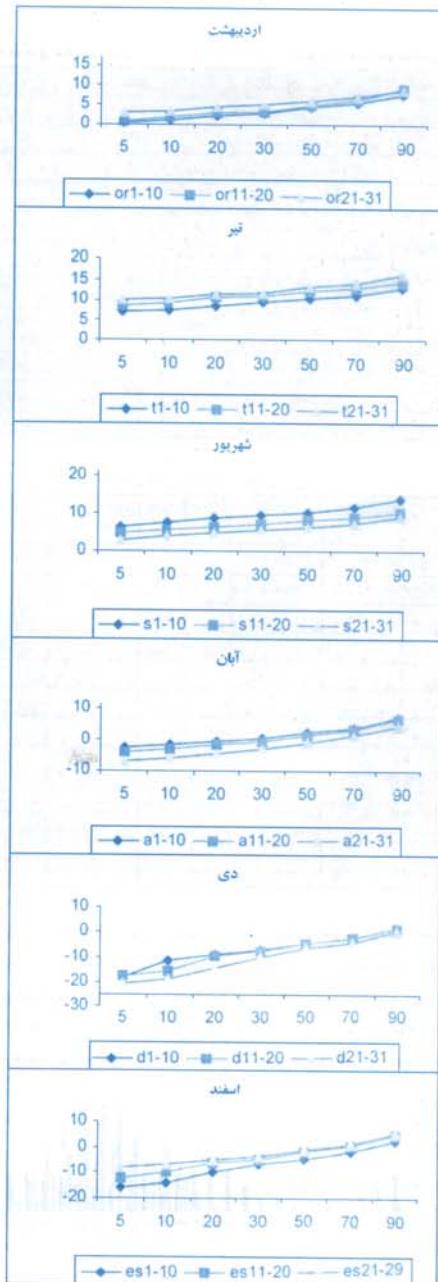
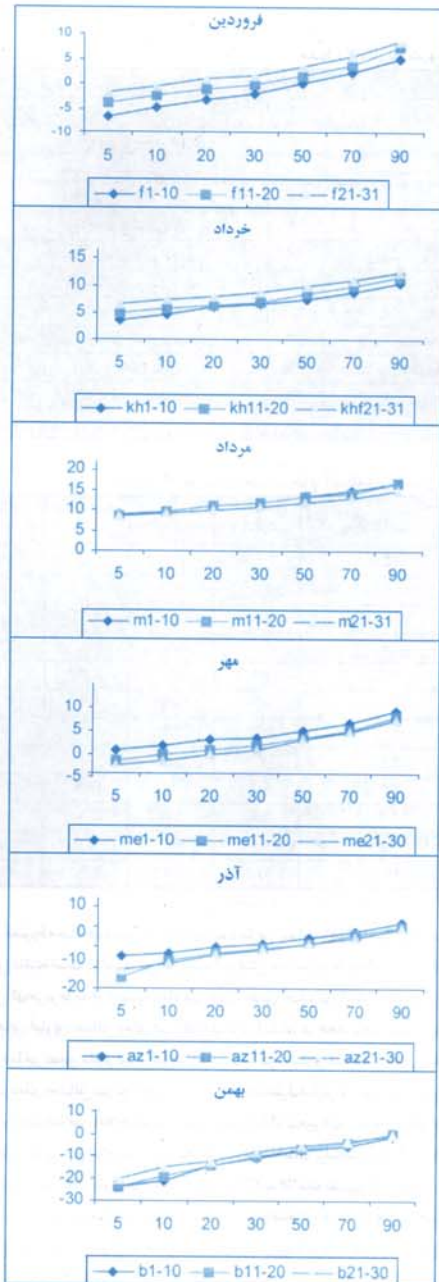
دهه	رنج دمایی				دهه	رنج دمایی			
	$T < -15$	$-15 < T < -10$	$-10 < T < -5$	$-5 < T < 0$		$T < -15$	$-15 < T < -10$	$-10 < T < -5$	$-5 < T < 0$
۱	۰	۰/۳	۲/۲	۵/۹	۲۵	۰	۰/۷	۳/۵	۶/۸
۲	۰	۰	۰/۷	۴/۶	۲۶	۴/۷	۴/۹	۷/۴	۵/۹
۳	۰	۰	۰/۱	۲/۱	۲۷	۴/۳	۱۱/۱	۶/۲	۶/۲
۴	۰	۰	۰	۰/۶	۲۸	۸/۲	۵/۹	۸/۹	۵/۹
۵	۰	۰	۰	۰/۵	۲۹	۱۲	۷/۷	۸/۳	۲/۶
۶	۰	۰	۰	۰/۱	۳۰	۱۷/۶	۱۰/۵	۹/۳	۳/۷
۱۹	۰	۰	۰	۰/۵	۳۱	۱۷/۲	۱۴/۳	۹/۱	۳/۹
۲۰	۰	۰	۰	۲/۵	۳۲	۱۷/۶	۱۱/۸	۷/۶	۴/۶
۲۱	۰	۰	۰	۱/۹	۳۳	۹/۴	۱۲/۵	۱۴/۹	۵/۹
۲۲	۰	۰	۳/۹	۶/۳	۳۴	۵/۶	۱۱/۱	۸/۱	۵/۱
۲۳	۰	۰	۰/۷	۶/۴	۳۵	۱/۷	۶/۶	۴/۸	۶/۸
۲۴	۰	۱	۰/۳	۷	۳۶	۱/۷	۱/۴	۴/۱	۶/۴

رسیدن حداقل دما به صفر یا کمتر از آن وجود دارد. طبق جدول (۴) احتمال اینکه دمای حداقل ایستگاه اکباتان به محدوده ۰ تا ۵- درجه سلسیوس برسد در شش دهه اول سال (قبل از تاریخ ۲۱ شهریور) و در تمام نیمه دوم سال (از اول مهر تا آخر اسفند) وجود دارد که بیشترین احتمال وقوع این محدوده دمایی مربوط به آبان، آذر، اواخر اسفند و اوایل فروردین می‌باشد.



نمودار (۲): تغییرات احتمال وقوع آستانه‌های دمایی بین ۰ تا ۱۵- در ایستگاه اکباتان

همانطور که ملاحظه می‌شود تغییرات دما در تمام ماههای سال روند افزایشی داشته است که بیشترین ضریب افزایش دما مربوط به اسفندماه و کمترین آن مربوط به اردیبهشت ماه می‌باشد. طبق جدول (۲) که بعضی از پارامترهای آماری حداقل دمای ایستگاه اکباتان را نشان می‌دهد، دامنه تغییرات حداقل دما در بهمن ماه از دیگر ماههای سال بیشتر است و همچنین ضریب تغییرات دمایی حداقل نیز در ماههای مربوط به فصول پاییز و بهار به دلیل تغییرات روند دما قابل ملاحظه می‌باشد. جدول (۴) تغییرات احتمال وقوع آستانه‌های دمایی بین ۱۵- تا ۰ را طی دهه‌های مختلف سال براساس آمار ۲۳ ساله ایستگاه نشان می‌دهد. طول سال مطابق جدول (۳) به ۳۶ دهه تقسیم شده است. از آنجایی که دماهای صفر و کمتر از آن در دهه‌های هفتم تا هیجدهم سال رخ نمی‌دهند می‌توان با اطمینان بسیار زیادی بیان کرد که در فاصله بین تاریخهای اول خرداد تا بیست و یکم شهریور (۱۱۴ روز) در ایستگاه اکباتان هیچ دمای پایین‌تر از صفر رخ نخواهد داد و در بقیه روزهای سال انتظار



نمودار (۳): درصد احتمالات مختلف دما در ایستگاه اکباتان (محور افقی درصد احتمال و محور عمودی دما)

چشم می خورد این است که در این ایستگاه تاریخ شروع یخبندانهای پاییزه با تاریخ خاتمه یخبندانهای بهاره همان سال همبستگی خوبی دارد. بطوری که هر چه یخبندانهای بهاره زودتر خاتمه یافته باشند می توان انتظار داشت که یخبندانهای پاییزه دیرتر شروع شوند و بالعکس. هر چه یخبندانهای بهاره دیرتر خاتمه یابند، یخبندانهای پاییزه زودتر شروع خواهند شد.

#### منابع

- ۱- رحیمی، محمد، ۱۳۷۸، بررسی احتمال زمانی وقوع یخبندانهای دیررس بهاره و زودرس پاییزه در البرز مرکزی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۲- هاشمی، فریدون، ۱۳۴۸، تجزیه و تحلیل اساتستیکی از سرمای تهران، انتشارات تحقیقات و بررسیهای علمی هواشناسی کل کشور.
- ۳- علیزاده، امین، ۱۳۶۸، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ دوم، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۴- میریاقی، ا.، ۱۳۷۴، هیدرولوژی مهندسی، جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۵- آمار سازمان هواشناسی کشور.
- ۶- رضایی، ع.، ۱۳۸۱، مفاهیم آمار و احتمالات، چاپ سوم، نشر مشهد.
- ۷- بهبودیان، ج.، ۱۳۸۲، آمار و احتمال مقدماتی، چاپ هیجدهم، آستان قدس رضوی.

8 - Hom, H.C.S. 1959. The distribution of freezing data and years. mon. wea.

9 - Thom, H.C.S. and show, R. H. 1958. Climatological analysis of freezing data for Iowa. mon. Rev. 86(7): 251-257.

10 - Anderson, R.L. and T.A. Bancroft. 1952. Statistical Theory in Research MC Grow-Hill Book co. Newyork.

11 - Show, R. H. 1954. Leaf and air temperature under freezing plant physiol.

12 - World Meteorological Organization. 1983. Guide to Climatological practices. WMO- NO.100.

حداقل دماهای محدوده ۱۰- تا ۵- درجه سلسیوس بیشتر از اول آبان به بعد رخ می دهد که تا ۲۱ فروردین سال بعد نیز ادامه دارند و بیشترین احتمال وقوع این محدوده دمایی به دهه آخر بهمن ماه مربوط می باشد. دمای بین ۱۵- تا ۱۰- درجه سلسیوس غیر از دهه اول سال که ۰/۳ درصد احتمال وقوع دارد، تا دهه آخر آبان به وقوع نمی پیوندد و بیشترین احتمال وقوع این دماها مربوط به دهه آخر آذر و دهه آخر دی تا دهه اول اسفند می باشد.

دماهای کمتر از ۱۵- درجه سلسیوس نیز هیچگاه قبل از دهه دوم آذر در این ایستگاه رخ نداده است و محدوده وقوع این دماها بین دهه دوم آذر تا آخر اسفندماه می باشد که در این رنج نیز بیشترین احتمال وقوع مربوط به دهه آخر دی تا دهه دوم بهمن می باشد. (نمودار (۲۲))  
نمودار (۳) دماهای درصد احتمالات مختلف ایستگاه مورد مطالعه را نشان می دهد.

در این نمودار هر ماه به سه دهه جداگانه تقسیم شده است، و با استفاده از آمار موجود دماها محاسبه شده اند. به عنوان مثال در نمودار مربوط به فروردین ماه نشان داده شده است که با احتمال ۵ درصد حداقل دما در دهه اول این ماه به حدود ۷- درجه سلسیوس و یا کمتر از آن خواهد رسید و یا با احتمال ۹۰ درصد حداقل دما در همین بازه زمانی به ۲ درجه سلسیوس و یا کمتر از آن خواهد رسید. نکته قابل ذکر آنکه دامنه تغییرات دما با احتمال ۵ تا ۹۰ درصد در ماههای سردسال بیشتر از ماههای گرم سال می باشد.

#### نتیجه گیری

بطور کلی از مطالعات انجام شده بر روی بیش از ۸۰۰۰ داده مربوط به حداقل دمای روزانه ایستگاه اکیاتان طی ۲۳ سال اخیر مشخص گردید که حداقل دمای ایستگاه اکیاتان طی دو دهه اخیر روند افزایشی داشته است، که این روند طی ۵ سال اخیر شدیدتر بوده است و در این بین اسفندماه و اردیبهشت ماه به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار افزایش دما را نشان می دهند.

با توجه به ضرایب چولگی حداقل دمای ماههای مختلف سال در این ایستگاه ملاحظه می شود که تغییرات حداقل دما در اکثر ماههای سال حالت متقارن دارد.

یخبندانهای شدید ایستگاه اکیاتان اکثراً در ماههای دی و بهمن، یخبندانهای متوسط این ایستگاه بیشتر در ماههای مهر، آبان، بهمن و اسفند و یخبندانهای ملایم نیز بیشتر در آبان ماه رخ می دهند. همچنین مشخص شد که فراوانی وقوع یخبندانهای سه گانه فوق در سالهای اخیر روند کاهشی داشته است که بیشترین ضریب کاهش فراوانی مربوط به یخبندانهای شدید و کمترین آن مربوط به یخبندانهای متوسط می باشد. علاوه بر آن طول دوره وقوع یخبندان نیز در سالهای اخیر نسبت به دو دهه قبل به شدت کاهش یافته است که خود بیانگر تغییر اقلیم و افزایش دما می باشد.

نکته حائز اهمیت دیگری که در مطالعه یخبندانهای ایستگاه اکیاتان به