

# بررسی آماری و هم‌دیدنی وقوع رویداد مه در فرودگاه بین‌المللی رشت

فروزان ارکیان. ، تاتیس صابری\* ، حسین اردکانی و محمد تقی زمانیان<sup>۱</sup>

گروه هواشناسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۹

تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۱

## چکیده

برای درک بهتر رویدادهای مه و بالا بردن دقت پیش‌بینی در فرودگاه رشت، به بررسی آماری و هم‌دیدنی پدیده مه با دید افقی ۸۰۰ متر و کمتر طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در این منطقه پرداخته شد. در این تحقیق، پارامترهای هواشناسی از قبیل دید افقی، دما، دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی، تندی باد در زمان شروع و درطول رویداد مه مورد بررسی قرار گرفتند. بیشترین مقدار میانگین ماهانه درصد فراوانی مه برای ماه فوریه (بهمن) به مقدار ۲۴/۶۴ دست آمد. درصد فراوانی مه‌های بلندمدت (بیشتر از ۶ ساعت) که بین ساعت‌های UTC ۱۸۰۰ تا UTC ۲۱۰۰ آغاز شده بودند، نسبت به رویدادهای شکل گرفته در ساعت‌های UTC ۲۱۰۰ تا UTC ۰۳۰۰ بیشتر بود. خاتمه همه رویدادهای مه زمان نزدیک به طلوع خورشید مشاهده گردید. درصد بالایی از رویدادهای بلندمدت مه با دیدافقی ۱۰۰ متر آغاز شده و در بعضی موارد در طول رویداد نیز کاهش نشان داد. در بیشتر رویدادها رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد بود. مقادیر کم تندی باد (۰ تا ۰/۲ متر بر ثانیه) به عنوان شرایط مطلوب جهت شکل‌گیری مه در این منطقه شناخته شد. پس از بررسی هم‌دیدنی رویدادهای مه در بازه‌های زمانی مد نظر الگوی‌های بندال، ناحیه زین و وارونگی دما از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر تشکیل این پدیده در منطقه مورد مطالعه شناخته شدند.

واژگان کلیدی: مه، دید افقی، بندال، ناحیه زین، وارونگی دما، فرودگاه رشت

## مقدمه

الگوهای بزرگ مقیاس جو نقش کنترل‌کننده‌ای بر روی پدیده‌های خرد تا میان مقیاس دارند. این الگوها در استان گیلان، سبب به وجود آمدن پدیده‌هایی با دیدافقی بسیار کم می‌گردند که برای فرودگاه رشت حائز اهمیت است، که

\*نگارنده پاسخگو: thais-saberi@yahoo.com

می تواند خسارات زیادی به صنعت هوانوردی وارد کند. پاشا محمدی نوری (۱۳۸۲) به بررسی آماری و همیدی پدیده مه در فصل زمستان در فرودگاه مهرآباد تهران طی سال های ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۱ پرداخت. در این تحقیق بیشترین فراوانی دیدبانی مه به ترتیب مربوط ماه ژانویه (دی)، دسامبر (آذر)، فوریه (بهمن)، مارس (اسفند) و محدوده زمانی LST ۰۷۰۰ تا LST ۱۰۰۰ بود.

محمدی (۱۳۸۸) با بررسی پدیده مه در فرودگاه اردبیل، مشخص کرد پدیده مه از نظر قابلیت دید بیشترین همبستگی را با رطوبت نسبی هوا دارد. همچنین ساعت های UTC ۰۳۰۰ و UTC ۱۵۰۰ بالاترین فراوانی وقوع مه را به خود اختصاص داده اند. Westcott (2006) در نیمه غربی ایالات متحده آمریکا پدیده مه را به عنوان ویژگی فصل سرما معرفی نمود. همچنین دریافت، مه شکل گرفته در ساعات اولیه شب، نسبت به پدیده ای که در اواخر شب آغاز می گردد تداوم کمتری خواهد داشت. بنابراین زمان شروع مه و ابعاد فیزیکی رویدادهای مه را به عنوان بهترین پیش بینی کننده های مدت زمان مه دانست. Stolaki و همکاران (2009) در فرودگاه تسالونیک یونان نشان دادند که مه بیشتر در ماه های نوامبر (آبان)، دسامبر (آذر)، ژانویه (دی) و در نیمه دوم شب و صبح زود، شکل گرفته و ۱ تا ۴ ساعت بعد از طلوع خورشید از بین خواهد رفت. در تحقیق حاضر، پدیده مه با دید افقی ۸۰۰ متر و کمتر از جنبه آماری و همیدی در منطقه فرودگاه رشت مورد بررسی قرار گرفته است. بدین ترتیب، با شناخت و تعیین الگوهای همیدی موثر بر وقوع پدیده مه، امکان پیش بینی دقیق تر این رویداد در منطقه مورد نظر فراهم خواهد شد.

### مواد و روش ها

در این تحقیق گسترش مکانی، زمانی و استمرار وقوع رویداد مه تحت شرایطی که دید افقی ۸۰۰ متر و کمتر باشد از داده های ایستگاه همیدی واقع در فرودگاه رشت طی سال های ۲۰۰۹-۲۰۰۰ استخراج شده و بر اساس آن، رویدادهای مه به سه دسته کوتاه، متوسط و بلند مدت طبقه بندی شدند. رویدادهای کوتاه مدت بین ۱ تا ۳ ساعت، رویدادهای متوسط بین ۳ تا ۶ ساعت و رویدادهای بلند مدت بیشتر از ۶ ساعت به طول می انجامند. بنابراین فراوانی وقوع مه بر اساس روزهای ماه، ساعت شروع، دیدافقی، شبنم کاستی و پارامترهایی از قبیل دما، دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی و تندی باد در زمان شروع مه مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از نتایج به دست آمده، شدیدترین رویدادهای مه جهت بررسی الگوهای همیدی در سطح زمین، تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال انتخاب گردید. به این ترتیب تمامی عوامل موثر در به وجود آمدن این پدیده، تداوم آن و کاهش دید افقی به ۸۰۰ متر و کمتر در منطقه مربوط به فرودگاه رشت تعیین و مورد تحلیل قرار گرفت.

فرودگاه بین المللی سردار جنگل رشت، در سال ۱۳۴۸ بنا و در ۷ کیلومتری جاده رشت به انزلی، حدود ۱۵ کیلومتری منطقه آزاد بندر انزلی واقع شده است. مساحت کل فرودگاه ۲۲۰ هکتار و ارتفاع آن ۸/۶ متر پائین تر از سطح آب های دریای آزاد می باشد.



شکل ۱- نقشه جغرافیایی استان گیلان

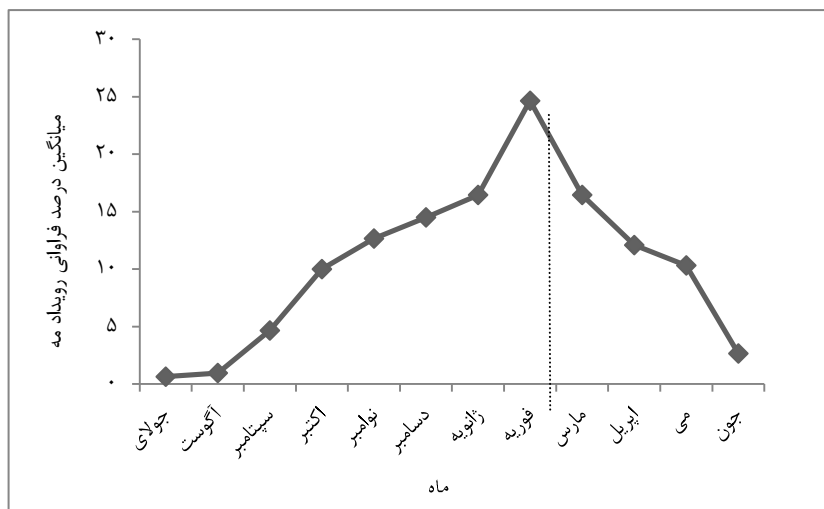
منبع: (<http://new.gilmet.ir>)

## نتایج

### بررسی آماری

#### میانگین درصد فراوانی رویداد مه بر اساس روزهای ماه

پس از بررسی اطلاعات آماری و محاسبه درصد فراوانی رویداد مه با دیدافقی ۸۰۰ متر و کمتر بر اساس روزهای ماه، بیشترین میانگین درصد فراوانی برای ماه فوریه به دست آمد. در شکل (۲) میانگین درصد فراوانی ماهیانه رویداد مه طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ رسم شده است. بر این اساس، پدیده مه یک ویژگی فصل سرما در منطقه مربوط به فرودگاه رشت به شمار می آید.

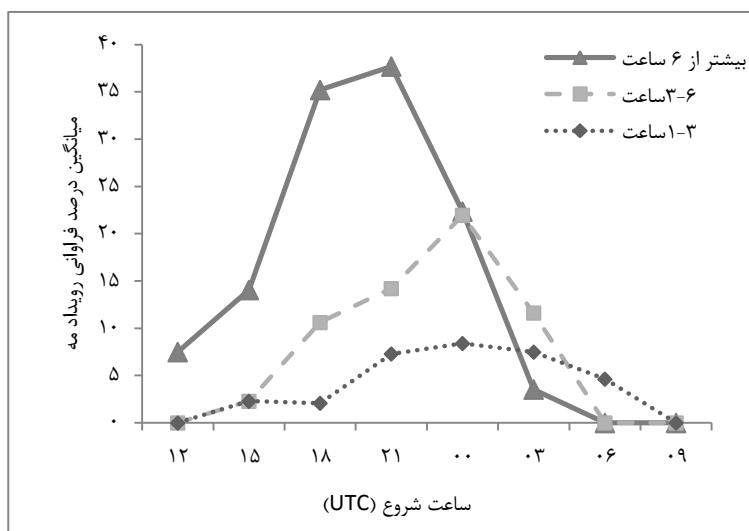


شکل ۲- میانگین درصد فراوانی رویداد مه بر اساس ماه های سال طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در ایستگاه فرودگاه رشت

#### میانگین درصد فراوانی رویداد مه بر اساس ساعت شروع و خاتمه

در ادامه درصد فراوانی رویدادهای کوتاه، متوسط و بلند مدت مه بر اساس ساعت شروع و خاتمه برای دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ محاسبه گردید. با بررسی زمان های شروع و تداوم مه در منطقه فرودگاه رشت، همبستگی بین مدت زمان مه و ساعت شروع آن در طول شبانه روز به دست آمد. در شکل (۳) میانگین درصد فراوانی رویداد مه بر اساس ساعت شروع و تداوم آن در فرودگاه رشت طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ نشان داده شده است. در این شکل بیشترین میانگین درصد فراوانی وقوع مه مربوط به رویدادهای بلند مدتی است که بین ساعات UTC ۱۸۰۰ تا UTC ۲۱۰۰ آغاز شده اند. همچنین اوج زمان شروع برای رویدادهای کوتاه و متوسط در ساعت UTC ۰۰۰۰ بوده است. اوج خاتمه برای هر سه دسته از رویدادهای مه، زمان نزدیک به طلوع خورشید مشاهده شد.

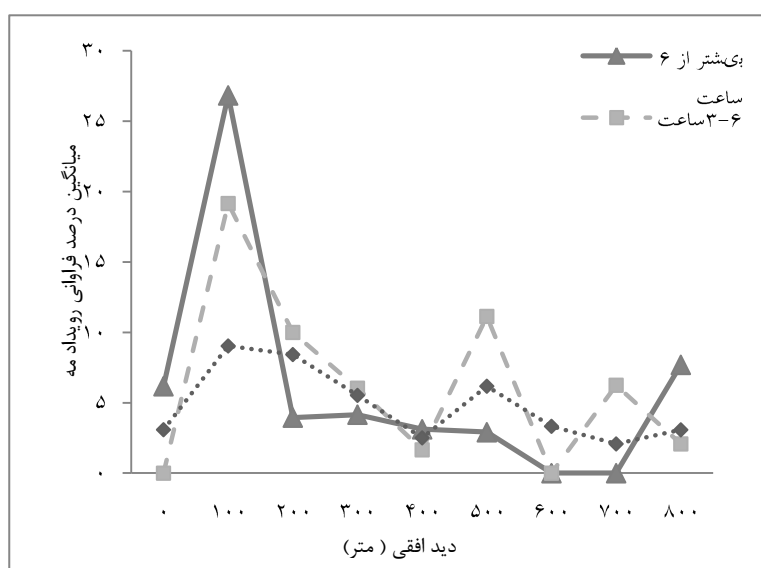
طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ تمامی رویدادهای مه بین ساعات UTC ۱۵۰۰ تا UTC ۰۶۰۰ شکل گرفته اند، جز پدیده ای در ماه فوریه سال ۲۰۰۵ که از ساعت UTC ۱۲۰۰ روز ۲۰ فوریه آغاز و تا ساعت UTC ۰۳۰۰ روز ۲۱ فوریه ادامه داشته است. علت وقوع این رویداد در بررسی همیدی عنوان می گردد.



شکل ۳- میانگین درصد فراوانی وقوع مه بر اساس ساعت شروع و تداوم آن طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در ایستگاه فرودگاه رشت

### میانگین درصد فراوانی رویداد مه بر اساس دید افقی

با بررسی میدان های دید افقی گزارش شده طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰، میانگین درصد فراوانی رویدادهای مه بر اساس دیدافقی در ساعت شروع برای منطقه فرودگاه رشت محاسبه گردید. این مقادیر در شکل (۴) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، بیشترین درصد فراوانی مربوط به رویدادهای بلند مدت با دید افقی ۱۰۰ متر می باشد. از این رو رویدادهایی که با دید افقی ۱۰۰ متر، در ساعات UTC ۱۸۰۰ تا UTC ۲۱۰۰ در این منطقه آغاز گردند، نسبت به سایر پدیده ها تداوم بیشتری خواهند داشت.



شکل ۴- میانگین درصد فراوانی رویداد مه بر اساس دید افقی ۸۰۰ متر و کمتر طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در ایستگاه فرودگاه رشت

### دما در هنگام شروع رویداد مه

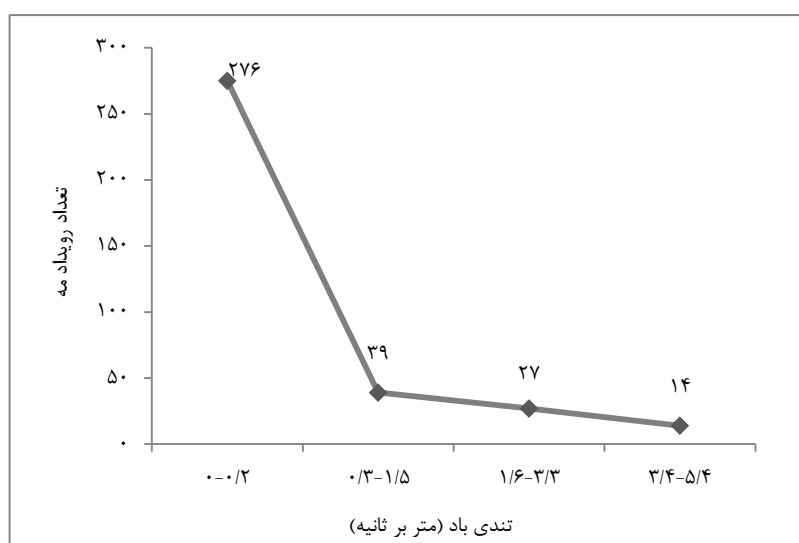
دریای خزر به عنوان توده آبی گسترده در حاشیه شمالی ایران می تواند سهم مهمی در تعدیل نوسان های دما بر عهده داشته باشد. اما نتایج نشان می دهد تاثیر پذیری اقلیم ناحیه دریای خزر از عرض جغرافیایی و سامانه های همدیدی بسیار بیشتر از نقش دریای خزر در تغییرات دما می باشد (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۸۹). از این رو برای تعیین بازه دمایی در زمان تشکیل مه طی سال های ۲۰۰۹-۲۰۰۰، حداقل و حداکثر دما در هنگام وقوع پدیده مه در هر سال مشخص گردید. کمترین دما در زمان تشکیل مه برای منطقه فرودگاه رشت در ماه ژانویه سال ۲۰۰۸،  $-5/8$  درجه سلسیوس و بیشترین دما در ماه آگوست سال ۲۰۰۳،  $25/4$  درجه سلسیوس گزارش شده بود. از این رو محدودیتی برای پارامتر دما در زمان تشکیل مه با دیدافتی ۸۰۰ متر و کمتر وجود نداشته و می توان بازه گسترده ای بین  $-5/8$  و  $25/4$  درجه سلسیوس را به آن اختصاص داد.

### میانگین درصد فراوانی رویداد مه بر اساس شبنم کاستی

با طبقه بندی رویداد های مه بر اساس  $\Delta T > 0$  و  $\Delta T = 0$  میانگین درصد فراوانی رویدادهای مه بر اساس شبنم کاستی در ساعت شروع آن محاسبه گردید. از کل رویدادهای مه با دیدافتی ۸۰۰ متر و کمتر در فرودگاه رشت، ۲۹۳ رویداد با  $\Delta T = 0$  و ۶۳ رویداد با  $\Delta T > 0$  آغاز گردیده بودند. از این رو میانگین درصد فراوانی رویداد مه در شرایطی که دما با دمای نقطه شبنم برابر بوده ( $\Delta T = 0$ )،  $82/31$  درصد و برای  $\Delta T > 0$ ،  $17/69$  درصد به دست آمد. جهت بررسی رطوبت نسبی در زمان شکل گیری مه، تمامی رویدادها مورد مطالعه قرار گرفتند. میانگین رطوبت نسبی در این منطقه برای هر دو دسته از رویدادهای مه بیشتر از ۸۰ درصد مشاهده گردید.

### تندی باد در شروع و در طول رویداد مه

با توجه به بررسی های انجام شده بر روی اطلاعات آماری ایستگاه فرودگاه رشت، کدهای گزارش شده برای تندی باد به هنگام شروع پدیده مه به صورت آرام (۰ تا  $0/2$  متر بر ثانیه)، وزش باد ملایم ( $0/3$  تا  $1/5$  متر بر ثانیه)، نسیم سبک ( $1/6$  تا  $3/3$  متر بر ثانیه) و نسیم ملایم ( $3/4$  تا  $5/4$  متر بر ثانیه) بوده است. تندی باد در زمان شروع مه برای هر سه رویداد کوتاه، متوسط و بلندمدت مشابه بوده و در طول رویداد تغییرات قابل ملاحظه ای مشاهده نگردیده است. در شکل (۵) بیشترین تعداد رویداد مه در منطقه فرودگاه رشت مربوط به تندی باد ۰ تا  $0/2$  متر بر ثانیه می باشد. به طور کلی متوسط تندی باد در فصل پائیز و زمستان در منطقه دریای خزر کمتر بوده و این پارامتر یکی از عوامل شکل گیری مه در این منطقه محسوب خواهد شد.



شکل ۵- تعداد رویداد مه بر اساس تندی باد (متر بر ثانیه) در زمان شروع مه با دید افقی ۸۰۰ متر و کمتر طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در ایستگاه فرودگاه رشت

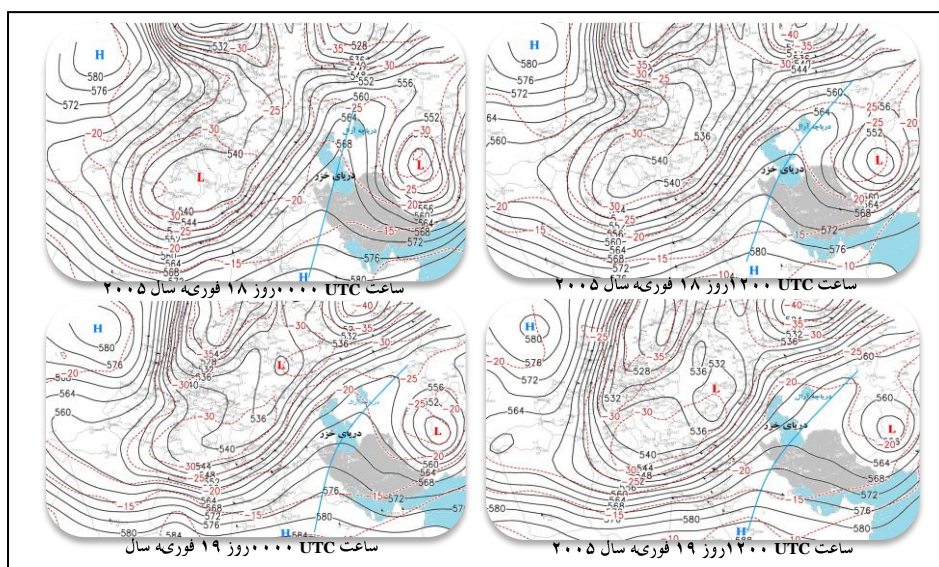
### بررسی همیدی

در این قسمت با استفاده از نتایج به دست آمده در قسمت آماری، رویدادهایی که دارای شدت و تداوم بیشتری بودند انتخاب و الگوهای همیدی در بازه های زمانی مدنظر مورد تحلیل قرار می گیرند. از این رو ماه فوریه سال ۲۰۰۵، مارس سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷، نوامبر سال ۲۰۰۸ و ژانویه سال ۲۰۰۹ به عنوان ماه هایی با بیشترین تعداد وقوع مه مشخص و مواردی که در این ماه ها دیدافقی به ۱۰۰ متر و کمتر کاهش گردیده بودند، جهت بررسی الگوهای همیدی انتخاب شدند. پس از تحلیل الگوهای هواشناسی در سطح زمین، تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، الگوی بندال، ناحیه زین و وارونگی دما به عنوان مهمترین عوامل تاثیر گذار جهت تشکیل رویداد مه با دیدافقی ۸۰۰ متر و کمتر در منطقه فرودگاه رشت شناخته شدند.

### ۱- الگوی بندال

در ماه فوریه سال ۲۰۰۵ پدیده مه از روز ۱۹ ماه با دیدافقی ۱۰۰ متر آغاز و تا روز ۲۷ ماه ادامه داشته است. از این رو نقشه های همیدی از روز ۱۸ فوریه، قبل از شکل گیری پدیده مه در منطقه فرودگاه رشت مورد مطالعه قرار گرفتند (شکل ۶). پس از تحلیل نقشه های همیدی در سطح زمین، تراز ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال الگویی به نام بندال به همراه باد گرم بر روی منطقه مشاهده گردید. الگوی بندال مشاهده شده بر روی سواحل دریای خزر از نوع پشته ساکن با دامنه بلند می باشد. این الگو زمانی شکل می گیرد که سیستم های جوی در عرض جغرافیایی توسط جریان های غربی تقویت نشوند و طول موج بسیار بلند باشد. در نتیجه سیستم ساکن و بدون حرکت می باشد. حاکم بودن هوای گرم و پایدار بر روی منطقه دریای خزر با دریافت رطوبت کافی ناشی از تبخیر آب دریای خزر سبب شکل گیری رویدادهای بلند مدت

مه با کمترین دیدهای افقی در منطقه فرودگاه رشت می گردد. پدیده ای که در ماه فوریه سال ۲۰۰۵ از ساعت UTC ۱۲۰۰ روز ۲۰ فوریه آغاز و تا ساعت UTC ۰۳۰۰ روز ۲۱ فوریه ادامه داشته، به علت الگوی بندال حاکم بر منطقه استان گیلان بوده است.



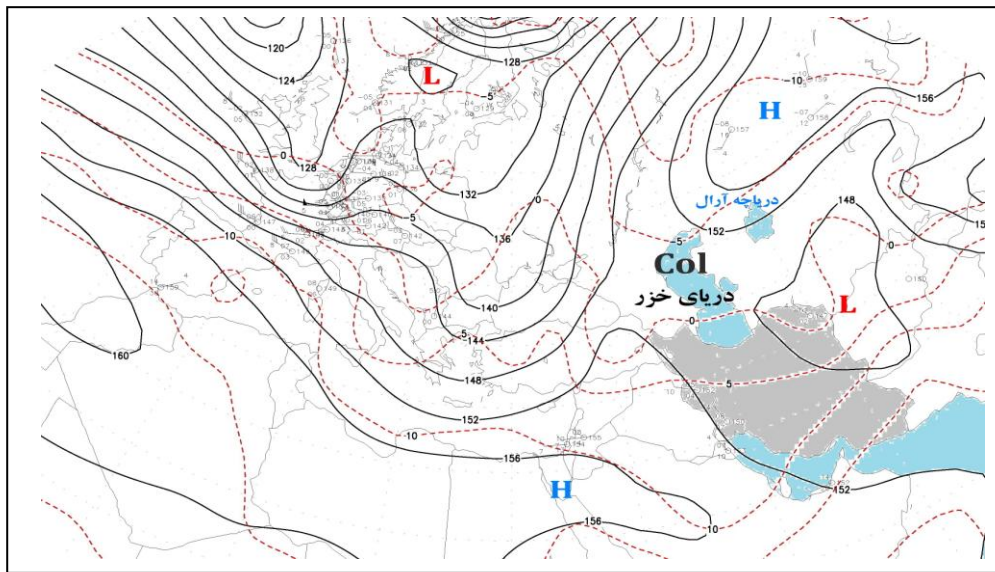
شکل ۶- الگوی بندال در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال از ساعت UTC ۰۰۰۰ روز ۱۸ فوریه تا UTC ۱۲۰۰ روز ۱۹ فوریه سال ۲۰۰۵

الگوی بندال در ماه مارس سال ۲۰۰۶ با شدت کمتری نسبت به ماه فوریه سال ۲۰۰۵ بر روی سواحل دریای خزر مشاهده شده است. ماه مارس، ماه گذر سامانه های زمستانی می باشد. از این رو الگوی بندال از روز ۳ ماه مارس آغاز و تا روز ۷ ماه مارس خاتمه یافته است. از طرفی این سامانه در ماه ژانویه سال ۲۰۰۹ بر روی منطقه دریای خزر حاکم بوده و سبب شکل گیری رویدادهای بلندمدت (بیشتر از ۶ ساعت) مه با دیدافقی ۱۰۰ متر و کمتر شده است.

## ۲- الگوی ناحیه زین

در ماه مارس ۲۰۰۷ الگویی متفاوت بر روی سواحل دریای خزر مشاهده گردید. در ساعت UTC ۰۰۰۰ روز ۳ مارس ۲۴ ساعت قبل از شکل گیری پدیده مه، در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال الگو به گونه ای است که دو مرکز پرفشار و دو مرکز کم فشار به صورت قرینه مقابل هم قرار گرفته اند. در این حالت در مرکز آن ها ناحیه Col خواهیم داشت. از خصوصیات این ناحیه جوی بسیار آرام به همراه پدیده مه می باشد. ناحیه زین در شکل (۷) نشان داده شده است. این الگو در مارس سال ۲۰۰۷ و ژانویه سال ۲۰۰۹ سبب شکل گیری رویدادهایی از مه با دیدافقی ۲۰۰ متر و کمتر گردیده است.





شکل ۷- الگوی ناحیه Col در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال در ساعت UTC ۰۰۰۰ روز ۳ مارس سال ۲۰۰۷

### ۳- وارونگی دما

با بررسی نقشه های همدیدی روزهای ۲۱ و ۲۲ ماه نوامبر سال ۲۰۰۸ و مطالعه اطلاعات جو بالا، وارونگی دما به عنوان علت اصلی شکل گیری مه در ساعت UTC ۰۰۰۰ روز ۲۲ نوامبر با دید افقی کمتر از ۱۰۰ متر، شناخته شد. این مه حدود ۵ ساعت با دید افقی کمتر از ۱۰۰ متر ادامه داشته و قبل از ساعت UTC ۰۶۰۰ از بین رفته است. ضخامت این لایه وارونگی در روز ۲۲ نوامبر ۵۰۰ متر بوده است. در سال ۲۰۰۸، ۴۲ روز رویداد مه گزارش شده بود که علت تشکیل مه با دیدافقی ۸۰۰ متر و کمتر در ۱۵ روز از آن، مربوط به وارونگی دما بوده است. این روزها در جدول (۱) نشان داده شده است. وارونگی دما در منطقه فرودگاه رشت بیشتر از نوع تابشی بوده و مه تشکیل شده در این شرایط اغلب با افزایش دما (حداقل ۲ درجه سلسیوس) از بین رفته است.

جدول ۱- وارونگی دما به همراه رویداد مه در سال ۲۰۰۸

روز	ماه
۲۲، ۲۹	نوامبر
۱۰، ۲۴	دسامبر
۱۵، ۱۶، ۲۴، ۲۸	ژانویه
۸، ۲۳	فوریه
۱، ۲، ۳، ۹، ۱۰	مارس

## بحث و نتیجه گیری

رویداد مه در منطقه فرودگاه رشت به عنوان یک ویژگی فصل سرما (اکتبر تا مارس) شناخته شد به گونه ای که ۷۵ درصد از رویدادهای مه در ماه های سرد سال اتفاق افتادند. بیشترین درصد فراوانی وقوع رویداد مه مربوط به ماه فوریه و بعد مربوط به ماه ژانویه و مارس بود. پاشا محمدی نوری (۱۳۸۲) بیشترین فراوانی دیدبانی مه در فرودگاه مهرآباد را به ترتیب برای ماه ژانویه، دسامبر، فوریه و مارس به دست آورد. Westcott (2006) نیز این پدیده را به عنوان یک ویژگی برای فصل سرما در منطقه پئوریا معرفی کرد. به گونه ای که ۹۱ درصد از رویدادهای مه در این منطقه در ماه های سرد سال شکل گرفته اند. Stolaki و همکاران (2009) در یونان نشان دادند که مه بیشتر در ماه های نوامبر (آبان)، دسامبر (آذر)، ژانویه (دی) روی داده است.

زمان شروع رویداد مه می تواند نقش مهمی در تداوم آن داشته باشد. با بررسی های انجام شده در منطقه فرودگاه رشت، رویداد مه ای که بین ساعت UTC ۱۸۰۰ تا UTC ۲۱۰۰ شکل گیرد، نسبت به سایر مه ها تداوم بیشتری خواهد داشت. به طوری که ۷۴ درصد از رویدادهای بلندمدت (بیشتر از ۶ ساعت) مه در این بازه زمانی شکل گرفته اند. اوج خاتمه برای هر سه دسته از رویدادهای کوتاه (۳-۱ ساعت)، متوسط (۶-۳ ساعت) و بلندمدت (بیشتر از ۶ ساعت) زمان نزدیک به طلوع خورشید بود. پاشا محمدی نوری (۱۳۸۲) بیشترین ساعت دیده بانی رویداد مه را مربوط به محدوده زمانی LST ۰۷۰۰ تا LST ۱۰۰۰ دانست. محمدی (۱۳۸۸) ساعت UTC ۰۳۰۰ و UTC ۱۵۰۰ را به عنوان بیشترین ساعت های همراه با مه معرفی نمود. Westcott (2006) نیز مشخص کرد، ۵۰ درصد از رویدادهایی که بین ساعات LST ۱۹۰۰ تا LST ۰۲۰۰ شکل می گیرند بلندمدت (بیشتر از ۵ ساعت) خواهند بود. همچنین اوج زمان خاتمه برای همه دسته بندی های مه را زمان نزدیک به طلوع خورشید دانست. Stolaki و همکاران (2009) نشان دادند، پدیده مه بیشتر در نیمه دوم شب و صبح زود شکل گرفته و ۱ تا ۴ ساعت بعد از طلوع خورشید از بین رفته است. Meyer و همکاران (1989) دریافتند، بیشتر رویدادهای مه تا ۳ ساعت بعد از طلوع خورشید به دلیل افزایش دما و نفوذ هوای خشک تر از بین خواهند رفت.

دید افقی نقش تعیین کننده ای در پیش بینی تداوم مه خواهد داشت. بیشترین درصد فراوانی رویدادهای بلندمدت (بیشتر از ۶ ساعت) مه در منطقه فرودگاه رشت مربوط به پدیده هایی است که با دید افقی ۱۰۰ متر آغاز شده اند. در حالی که Westcott (2006) دریافتند اگر میدان دید افقی در زمان شروع مه ۲۰۰ متر و یا کمتر باشد، پدیده شکل گرفته از تداوم بیشتری برخوردار خواهد بود.

برای پارامتر دما در زمان تشکیل مه محدودیتی وجود نداشته و می توان بازه گسترده ای بین ۵/۸- و ۲۵/۴ درجه سلسیوس را به آن اختصاص داد. به طور کلی با کاهش (افزایش) دما، کاهش (افزایش) فشار بخار اشباع و در نهایت افزایش (کاهش) رطوبت نسبی را در منطقه خواهیم داشت. Westcott (2006) بازه دمایی بین ۷- و ۱۳ درجه سلسیوس به هنگام تشکیل مه در منطقه پئوریا به دست آورد.

طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۰، ۳۵۶ رویداد مه با دیدافقی ۸۰۰ متر و کمتر در منطقه فرودگاه رشت گزارش گردیده که از این تعداد، ۲۹۳ رویداد در  $\Delta T = 0$  و ۶۳ رویداد در  $\Delta T > 0$  شکل گرفته اند. از این رو در اکثر مواقع به هنگام تشکیل مه در این منطقه دما با دمای نقطه شبنم برابر و یا اختلاف بسیار کمی داشته اند. میانگین رطوبت نسبی در طول دوره بالای ۸۰ درصد و در بسیاری موارد نزدیک به ۱۰۰ درصد بوده است. بنابراین شرایط تشکیل مه در مناطق ساحلی با مناطق صنعتی کاملاً متفاوت بوده و بالا بودن رطوبت نسبی به هنگام تشکیل مه از ویژگی این مناطق محسوب می شود. محمدی (۱۳۸۸) دریافت رویداد مه از نظر قابلیت دید، بیشترین همبستگی را با رطوبت نسبی هوا دارد.

حدود ۷۸ درصد از رویدادهای مه، با تندی باد ۰ تا ۰/۲ متر بر ثانیه آغاز گردیده اند. کم بودن تندی باد شرایط مطلوبی جهت شکل گیری مه با دیدافقی ۸۰۰ متر و کمتر در منطقه فرودگاه رشت به وجود آورده است. اما روند تغییرات تندی باد در طول رویدادها قابل ملاحظه نبوده و نمی توان تداوم و یا از بین رفتن آن ها را به علت کاهش و یا افزایش تندی باد در این منطقه دانست.

بندالی شدن سامانه های جوی ممکن است به توقف حرکت الگوهای هواشناسی منجر شود که در طی آن الگوهای حاکم بر جو نیز روزها و حتی هفته ها در محل خود باقی می مانند (حبیبی، ۱۳۸۵). بنابراین شناسایی الگوی بندال با استفاده از نقشه های ۵۰۰ هکتوپاسکال نقش مهمی در پیش بینی وضعیت جوی به خصوص پدیده مه برای چند روز آینده خواهد داشت. الگوی بندال برای استان گیلان به ویژه فرودگاه رشت بسیار حائز اهمیت بوده و سبب شکل گیری طولانی ترین رویدادهای مه با کمترین دیدهای افقی، در فوریه سال ۲۰۰۵، مارس سال ۲۰۰۶ و ژانویه سال ۲۰۰۹ در فرودگاه رشت شده است.

تشخیص الگوی ناحیه زین در نقشه های همدیدی سطح زمین و یا ۸۵۰ هکتوپاسکال قبل از وقوع مه می تواند نقش مهمی در پیش بینی این پدیده در استان گیلان به ویژه فرودگاه رشت داشته باشد. این الگو در مارس سال ۲۰۰۷ و ژانویه سال ۲۰۰۹ منطقه استان گیلان را تحت تاثیر قرار داده است.

وارونگی دما به عنوان یکی از عوامل مهم در شکل گیری رویدادهای کوتاه (۳-۱ ساعت)، متوسط (۳-۶ ساعت) و بلند مدت (بیشتر از ۶ ساعت) مه که اغلب از نوع تابشی می باشند، در منطقه فرودگاه رشت شناخته شد.

### سپاسگزاری

از همکاری ارزنده اداره کل هواشناسی استان گیلان و اداره کل فرودگاه استان گیلان تشکر و قدردانی می شود.

## منابع

- پاشا محمدی نوری، ح. ۱۳۸۲. بررسی آماری و سینوپتیکی پدیده مه در فصل زمستان در فرودگاه مهرآباد تهران طی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۶۱. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. ایران.
- حبیبی، ف. ۱۳۸۵. تحلیل هم‌دیدگی و دینامیکی سامانه‌های بندالی، روش تشخیص سامانه بندالی و تاثیر آن روی منطقه ایران. مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۲: ۸۹-۶۹.
- رضیئی، ط.، عزیزی، ق.، محمدی، ح. و خوش اخلاق، ف. ۱۳۸۷. الگوهای روزانه گردش جو زمستانه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی ایران و خاورمیانه. پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۷۴: ۳۴-۱۷.
- قویدل رحیمی، ی.، نوری، ح. و یساری، ط. ۱۳۸۹. ناحیه بندی سینوپتیک دمای منطقه خزر بر مبنای ترمودینامیک ترازهای فوقانی جو. فصلنامه علوم انسانی - برنامه ریزی و آمایش فضا، ۱۴: ۲۳۲-۲۱۸.
- محمدی، س. ۱۳۸۸. بررسی میکروکلیمای فرودگاه اردبیل با تاکید بر پدیده مه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل. ایران.

Meyer, M. B. & Lala, G. G. 1989. Climatological aspects of radiation fog occurrence at Albany Journal of Climate, 3:577-586.

Stolaki, S. N. & Kazadzis, S. A., Foris, D. V. Karacostas, T. S. 2009. Fog characteristics at the Airport of Thessaloniki, Greece. Natural Hazards Earth System Science, 9: 1541-1549.

Westcott, N. E. 2007. Some aspect of dense fog in midwestern United States. Weather and Forecasting, 22: 457-465.

Justo, J. & Lala, G. G. 1980. Radiation fog formation and dissipation: A case study. Journal de Recherches Atmospheriques, 14: 391-399.

