

رویکردی نوین در شناسایی میزان محل قرار گیری جبهه نسیم دریا در سواحل

دریای خزر

قاسم کیخسروی^{۱*}، آمنه یحوی^۲

۱. استادیار، دانشگاه شهید بهشتی - دانشکده علوم زمین، گروه جغرافیا

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی - دانشکده علوم زمین

چکیده

نسیم دریا از جمله پدیده‌های میان مقیاس جوی، ویژه مناطق ساحلی است. هدف این مطالعه بررسی ساعات شروع نسیم دریا در هر کدام از فصول سال، میزان پیشروی نسیم دریا به سمت خشکی و شناسایی جبهه نسیم دریا می‌باشد. بدین منظور ابتدا آمار ساعتی جهت باد از ایستگاه‌های مورد مطالعه در فاصله زمانی (۲۰۱۵-۲۰۱۱) از سازمان هواشناسی دریافت گردید، سپس روزهایی که جهت باد در ایستگاه‌ها از سمت ساحل به سمت خشکی بودند، استخراج گردید. برای تعیین میزان تفاوت‌های دمایی از خط ساحلی تا خشکی از محصول دمایی سطح زمین (LST) سنجنده مادیس با توان تفکیک مکانی ۱۰۰۰ متر در روزهای غیر ابری استفاده گردید. نتایج بیانگر آن است که نسیم دریا پدیده بارز در سواحل جنوبی خزر می‌باشد، ساعات شکل‌گیری نسیم دریا با توجه به اختلاف دما بین خشکی و دریا در ماههای مختلف متفاوت است. از آنجائیکه بیشترین اختلاف دما بین خشکی و دریا در عصرها رخ می‌دهد، محیط چگال‌گرای قوی‌تر نیز در این ساعات ایجاد می‌شود، بگونه‌ای که در اکثر نمونه‌های مطالعاتی ساعات شروع نسیم دریا در ماههای دی، بهمن و آذر در ساعت ۱۲ به وقت گرینویچ، در ماههای مهر، آبان، اسفند، فروردین و اردیبهشت از ساعت ۹ و در ماههای خرداد، تیر، مرداد و شهریور در ساعت ۶ به وقت گرینویچ می‌باشد. دریاچه خزر با توجه به وسعت و عمق کمتر نسبت به اقیانوس‌ها و تفاوت‌های دمایی اندک نسبت به محیط‌های اقیانوسی، مشخصه‌های آب و هواشناختی روزانه آن باعث شده که حداکثر پیشروی نسیم دریا به سمت خشکی در مسافت‌های طولانی انجام نگیرد. حداکثر گسترش نسیم دریا در خشکی تا مسافت ۱۳ کیلومتری مشاهده می‌شود و در تمامی نمونه‌های مطالعاتی منطقه همگرایی جبهه نسیم دریا کمتر از ۱۳ کیلومتر در داخل خشکی پیشروی داشتند. در بیشتر نمونه‌های مطالعاتی، در زمان‌هایی که اختلاف دمایی بین ساحل و دریا جبهه نسیم دریا مشاهده نمی‌شود، عمق نسیم دریا و مسافت آن کمتر و در زمان‌هایی که اختلاف دمایی زیادتر می‌شود عمق نسیم دریا و پیشروی آن در داخل خشکی زیادتر می‌شود.

کلید واژه‌ها: سواحل جنوبی دریای خزر، نسیم دریا، دمای سطح زمین، جبهه نسیم دریا

مقدمه

نسیم دریا واکنشی اقیانوسی، جوی و پدیده‌ایی میان‌مقیاس است که به اختلاف دمای سطح دریا و خشکی وابسته است و عموماً تحت شرایط آسمان صاف شکل می‌گیرد (بوورس^۱، ۲۰۰۴؛ سیمپسون^۲ و عزیزی و همکاران، ۱۳۸۹). از دیدگاه هواشناسی شرایط مناسب برای وزش نسیم دریا، جو آرام، جریان‌های همدید ضعیف و تفاوت دمای سطح خشکی و دریا بیشتر از ۳ درجه و تغییر فشار کمتر از ۴ هکتوپاسکال در ۲۴ ساعت است. شدت این پدیده به عوامل جوی از جمله بادهای بزرگ مقیاس، شرایط همدید حاکم بر جو، عرض جغرافیایی، واداشت‌های گرمایی، پوشش ابر و عوامل غیر جوی مانند ناهمواری‌های منطقه‌ای، شکل خطوط ساحلی، پوشش گیاهی و جنس خاک بستگی دارد (ابس^۳ و فیسک^۴، ۱۹۹۲؛ کلارک^۵ و آریٹ^۶، ۱۹۹۵؛ هانگ و همکاران^۷، ۱۹۹۵؛ مفوف و همکاران^۸، ۲۰۰۳ و میاو و همکاران^۹، ۲۰۰۳، به نقل از طاهری و همکاران، ۱۳۹۲). به طور متوسط، میزان وسعت عمودی نسیم دریا در مناطق گرمسیری (۱۴۰۰ متر) بیشتر از مناطق معتدل است. هنگامی که نسیم دریا نفوذ می‌کند به داخل، تاثیر آن بر دما، رطوبت، ابرها و بارش می‌تواند بسیار مشخص باشد. نسیم دریا معمولاً با کاهش دما و افزایش رطوبت جو همراه است. آغاز نسیم دریایی گاهی اوقات توسط یک ناحیه ناپیوسته ناگهانی مشخص می‌شود، شبیه به یک جبهه سرد در مرز که گردش نسیم دریا است (سیمپسون و همکاران، ۱۹۷۷). این ناپیوستگی میان مقیاس، جبهه نسیم دریایی نامیده می‌شود. وقوع این جبهه به نفوذ داخلی هوای نسبتاً متراکم، خنک و پایدار دریایی متصل است که باعث می‌شود جرم هوا گرم و ناپایدار در نزدیکی جبهه نسیم دریایی صعود کند. با توجه به همگرایی باد در نزدیکی جبهه، هوای انباشته

اغلب با هم مخلوط می‌شود و ابرها را تشکیل می‌دهد. بنابراین وجود جبهه نسیم دریا می‌تواند اغلب از ظهور یک خط از ابرهای کومولی شکل موازی با ساحل که تحت فشار گردش نسیم دریا قرار می‌گیرند استنباط شود (اسمیت^{۱۰}، ۱۹۷۶؛ سیمپسون ۱۹۹۴). نفوذ داخلی نسیم دریا باعث تغییر در تشکیلات فضایی ابرها در حاشیه ساحلی می‌شود. خط کومولی فرم ابرها به موازات ساحل رو به داخل، نشان دهنده موقعیت جبهه نسیم دریا است (شکل ۱). از جمله مطالعاتی که در زمینه نسیم دریا انجام گرفته است می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد. باتوجه به تاثیری که نسیم دریا / خشکی در نحوه پخش آلاینده‌ها ایفا می‌کند و با توجه به موقعیت صنعتی شهر بندرعباس در سواحل خلیج فارس و مشکلات آلودگی هوا، در پژوهشی که اشرفی و همکاران در یک بازه زمانی ۲ روزه در تابستان سال ۲۰۱۰ که انتظار وقوع پدیده نسیم دریا به ساحل وجود داشت. انتخاب کردند و با استفاده از مدل میان مقیاس WRF شبیه‌سازی را انجام داده‌اند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی و مقایسه با نتایج حاصل از داده‌های هواشناسی نشان داد که مدل توانایی شبیه‌سازی پدیده در این منطقه را دارا است. با استفاده از این توانایی سیستم‌های پیش‌بینی هوا، می‌توان شرایط جوی مناسب را برای مدل‌های پخش و پراکنش آلودگی هوا محیا کرد و تحلیل دقیق‌تری از آلودگی هوای منطقه داشت. (اشرفی و همکاران، ۲۰۱۰) در تحقیقی که طاهری و همکاران در سال ۱۳۹۲ انجام دادند، نسیم دریا را در ساحل دریای خزر با استفاده از مدل WRF در ۳۰ اوت ۲۰۱۱ شبیه‌سازی کردند و نقش کوه و فاصله آن از دریا و پوشش گیاهی سطح بر ساختار و ویژگی‌های نسیم دریا را مورد توجه قرار دادند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی آنها نشان داد که جریان‌های بزرگ مقیاس و همدید حاکم بر این منطقه، گردش نسیم دریا را تحت تاثیر قرارداد و حتی با وجود جو نسبتاً آرام مورد نیاز برای حضور گردش نسیم دریا، این گردش میان-مقیاس به‌خوبی قابل مشاهده نیست. نتایج شبیه‌سازی برای تعیین تاثیر فاصله کوه از دریا بر نسیم دریا نشان داد که تغییر این فاصله بر زمان شروع نسیم تاثیر دارد و هرچه فاصله

- 1 Bowers
- 2 Simpson
- 3 Abbs
- 4 Physick
- 5 Clarke
- 6 Arritt
- 7 Hong et al
- 8 Mahfouf et al
- 9 Miao et al

کوه از دریا بیشتر شود نسیم دیرتر شروع می‌شود. (طاهری و همکاران، ۱۳۹۲). براساس تحقیقی که سمپسون^۱ و همکاران در سال ۱۹۷۶ انجام دادند، پیشروی نسیم دریا در ۴۵ کیلومتر از ساحل جنوبی انگلستان، در طول دوازده سال اندازه‌گیری شده است. در بعضی موارد، برای اندازه‌گیری‌های دقیق، بالون‌های آزمایشی، هواپیماهای بدون سرنشین و رادار مورد استفاده قرار گرفته است و نشان داده شده که پیشروی‌ها در حدود دوبرابر عمق جریان زیر را بالا می‌برند و درون خشکی قرار می‌گیرند (سمپسون و همکاران، ۱۹۷۶). بارن^۲ و همکاران در سال ۱۹۹۸ یک روش برای انتخاب روزهای همراه با نسیم دریایی در مجمع‌الجزایر با برنامه ویژه‌ای برای ساحل غربی سوئد توسعه دادند. معیار اصلی برای شناسایی نسیم دریایی، وقوع یک تغییر مشخص در جهت باد در طول دوره ۲۴ ساعته بود. داده‌های مورد استفاده در مطالعه آنها با استفاده از سوابق هواشناسی ساعتی از ایستگاه‌های زمین واقع در ساحل غربی جمع‌آوری شد. شش فیلد مختلف در این روش گنجانده شدند که هر یک از آنها از دانش تجربی فرایندهای فیزیکی مسئول وقوع سیستم نسیم دریایی گسترش یافته است. با استفاده از روش آنها می‌توان یک مجموعه داده‌ای از روزهای همراه با نسیم دریایی ایجاد کرد. تحقیقی که کامبیزیدس^۳ و همکاران در سال ۱۹۹۸ انجام داده‌اند بیانگر آن است که شواهد تئوری و تجربی که نشان می‌دهد نسیم دریایی در وضعیت آلودگی هوا در یک منطقه شهری ساحلی، به خصوص در فصل تابستان، نقش دارد به خوبی شناخته شده است. این امر همچنین شامل منطقه آتن می‌شود. اندازه‌گیری‌های زمین بر اساس منطقه نشان داده است که جریان‌های باد شمالی در طول تابستان نقش مهمی در منطقه بزرگ آتن بازی می‌کنند. سمپسون و همکاران در سال ۲۰۰۷، در طول دوره وزش بادهای موسمی جنوب غربی هندوستان، در ساحل شرقی هند به بررسی شروع انتقال گرما و نسیم دریا و بارش روی دریا پرداختند و نتیجه گرفتند که گردش نسیم دریا تقریباً در حدود ۷۰-۸۰٪ روزها در طول ماه‌های تابستان

(ژوئن-اوت) در امتداد ساحل چنای^۴ مشاهده شده است. متوسط سرعت باد نسیم دریا در مناطق روستایی بیشتر از مناطق شهری چنای است. به نظر می‌رسد گردش نسیم دریایی به عنوان مکانیسم غالب در شروع بارش باران در طول فصل موسمی در جنوب غربی هند باشد. (سمپسون و همکاران، ۲۰۰۷). ازرن^۵ و چن^۶ در سال ۲۰۰۸ بررسی اقلیم‌شناسی بر تأثیر مقادیر غالب مقیاس سینوپتیک بر تکامل نسیم دریا تمرکز کرده‌اند و یک مجموعه داده بزرگ شامل ۲۹۲ روز رخداد نسیم دریا برای یک دوره ۶ ساله (۲۰۰۰-۲۰۰۵) در خلیج آلیکانته^۷ (ساحل جنوب‌شرقی شبه جزیره اسپانیا) تولید کرده‌اند. آنها در بررسی خود، باد را با مقیاس بزرگ از داده‌های بازنگری روزانه (NCEP / NCAR) در ۸۵۰ هکتوپاسکال به دست آورده‌اند و رژیم‌های باد را به چهار گروه تقسیم کرده‌اند در بررسی این رژیم‌ها همچنین به جریان‌های ضعیف، متوسط و قوی تقسیم شده‌اند از مجموعه داده‌های رخداد نسیم دریا که انتخاب شده، یافته‌های اصلی زیر ارائه شده است: شدیدترین جابه‌جایی‌های نسیم دریا در زیر جریان‌های گسترده بیرون ساحل رخ می‌دهد. جریان‌های مخالف تمایل به تقویت متوسط سرعت باد در زمان شروع دارند، در حالیکه باد درون ساحلی، جریان موازی ساحلی برای تضعیف سرعت باد در حال وزش هستند (ازرن و چن، ۲۰۰۸). در بررسی که پاپاناستاسیو^۸ و همکاران در سال ۲۰۰۹ انجام دادند: داده‌های هواشناسی در دو محل جمع‌آوری شده - یک محل شهری ساحلی و یک محل حومه داخلی است که جریان نسیم دریا نمی‌رسد و همچنین اطلاعات آلودگی جمع‌آوری شده در محل شهری، به منظور بررسی رابطه بین گسترش نسیم دریایی و شرایط محیطی غالب در طول این دو موج گرما، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و تجزیه و تحلیل نشان داد که گسترش نسیم دریایی به طور قابل توجهی باعث کاهش درجه حرارت و آلودگی در ساحل می‌شود و باعث کاهش ۴ درجه سانتیگراد از حداکثر درجه حرارت و

4 Chennai

5 Azorin

6 Chen

7 Alicante

8 Papanastasiou

1 SIMPSON

2 BORNE

3 KAMBEZIDIS

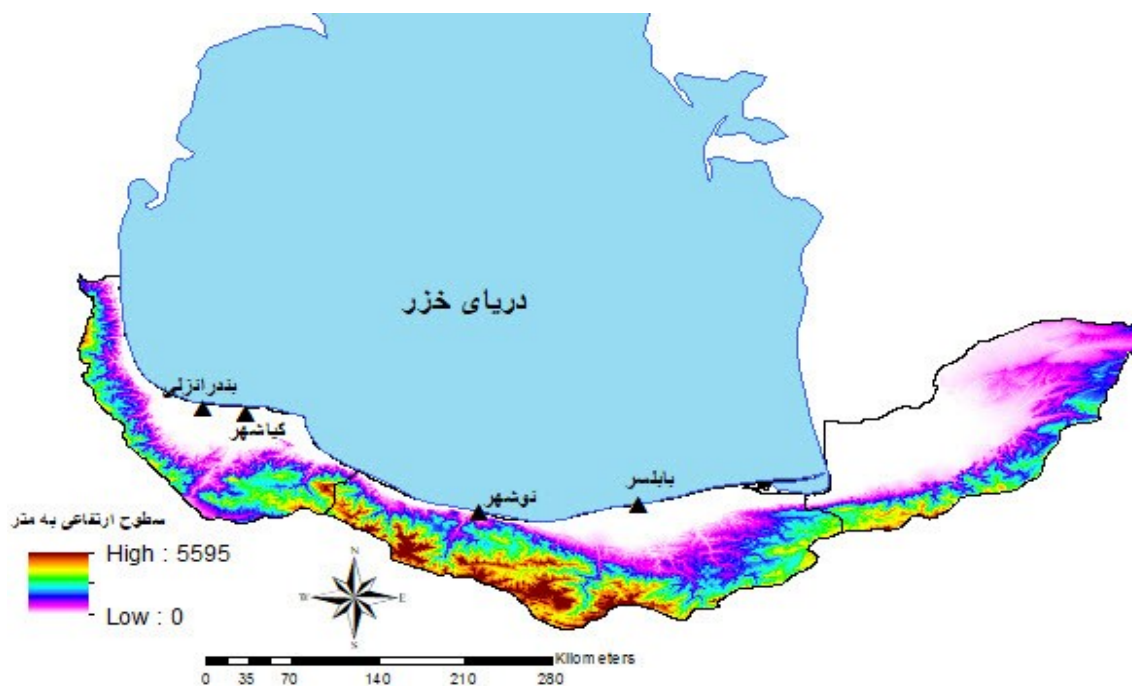
دریاچه وجود دارد تا زمانی که دمای دریاچه به اندازه کافی برای ایجاد بی ثباتی بالای آن افزایش یابد، پورسان^{۱۶} و همکاران در سال ۲۰۰۷ به اثرات احتمالی تغییرات روزانه در دمای سطح آب دریاچه های کم عمق اشاره کردند (پورسان و همکاران، ۲۰۰۷، به نقل از کراسمن و هارول، ۲۰۱۰). بنابراین با توجه به مطالعات اندکی که در زمینه پیشروی نسیم دریا به خشکی انجام گرفته است در این پژوهش سعی بر آن است که با استفاده از جهات باد در ایستگاه های مورد مطالعه (بندر انزلی، کیانشهر، بابلسر، نوشهر) و محصول دمای سطح زمین سنجنده مادیس، ساعات شروع و میزان نفوذ نسیم دریا را به خشکی و همچنین محل قرار گیری جبهه نسیم دریا در نمونه های مطالعاتی مشخص و بررسی گردد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در حوضه جغرافیای خاورمیانه و در حد فاصل ۳۷ تا ۳۸ درجه عرض شمالی و ۴۸ تا ۵۴ درجه طول شرقی، منطبق بر شمال کشور با طول خط ساحلی ۸۸۹٫۷۱ کیلومتر منطبق بر استان های گلستان، مازندران و گیلان می باشد (شکل ۱). در این تحقیق جهت تعیین جبهه نسیم دریا در منطقه مورد مطالعه، ابتدا در طول دوره آماری (۲۰۱۵-۲۰۱۱)، با استفاده از جهات باد در ساعت های مختلف در روزهایی که در هر کدام از ایستگاه های هواشناسی، (بندر انزلی، کیانشهر، نوشهر، بابلسر) جهت باد از سمت ساحل به خشکی بود برای تعیین رخداد نسیم دریا انتخاب گردید. زمان ساعات شروع نسیم دریا در هر کدام از فصول سال به تفکیک ایستگاه ها مشخص و سپس محصول دمای سطح زمین سنجنده مادیس در روزهایی که تصاویر ماهواره ای ابری نبودند، تهیه گردید. بعد از آن در محیط نرم افزاری Envi مبادرت به ترسیم پروفیل عرضی دما از سمت ساحل به سمت خشکی در هر کدام از ایستگاه ها شد. محل جبهه نسیم دریا با استفاده از تغییر حالت ناگهانی دما در حالت سیر نزولی مشخص و بعد از آن مقدار مسافتی که نسیم دریا در خشکی پیشروی کرده بود در هر کدام از روزها بر حسب کیلومتر محاسبه گردید.

افزایش در حدود ۳۰ درصد در اوج PM10 می شود. (پاپاناستاسیو، ۲۰۰۹). در مطالعاتی که انجام گرفته تاریخچه مختصری از مدل سازی عددی، بررسی شبیه سازی های اخیر با وضوح بالا و پیشنهادات برای تحقیقات آینده مربوط به نسیم دریا و دریاچه ها نیز ارائه شده است. نتایج این بررسی ها به عنوان یک منبع برای مدل سازی عددی، کیفیت هوای ساحلی و مطالعات انرژی باد است. بعنوان مثال (یوشیکادو^۱، ۱۹۹۰؛ آدو^۲، ۱۹۹۲؛ کوساکا^۳ و همکاران ۲۰۰۰؛ اوهشی^۴ و کیتا^۵ ۲۰۰۲ و ۲۰۰۴؛ لیمونسو^۶ و همکاران ۲۰۰۶؛ فریتس^۷ و همکاران ۲۰۰۷؛ تامپسون^۸ و همکاران ۲۰۰۷؛ چنگ^۹ و بایون^{۱۰} ۲۰۰۸؛ دندو^{۱۱} و همکاران ۲۰۰۹) در مطالعات خود به این نتیجه رسیده اند که ویژگی های نسیم دریایی نیز ممکن است با تعاملاتی (مانند اصطکاک، اتصال حرارتی) با تبادل جزیره گرمایی شهر، تضعیف یا تقویت شود. و اندازه منطقه شهری، فاصله بین منطقه شهری و ساحل و توپوگرافی اطراف آن، این تعاملات بسیار متغیر را تعدیل کند. اگر چه بیشتر مطالعات مقادیر ثابت دمای سطح آب را مشخص می کنند ولی در زمان وزش نسیم دریا و دریاچه، در دمای آب تغییراتی نشان داده شده است. (سگال^{۱۲} و پیلک^{۱۳}، ۱۹۸۵؛ آرتیت^{۱۴}، ۱۹۸۷؛ فرانچیتو^{۱۵} و همکاران، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۸). سگال و پیلک در سال ۱۹۸۵ دریافتند که دمای آب دریاچه اثر کمی روی نسیم دریاچه دارد، مگر اینکه موردی مانند باد ژئوستروفیکی آرام در آن هنگام وجود داشته باشد. آرتیت در سال ۱۹۸۷ به این نتیجه رسید که اثرات ناچیزی بر نسیم

- 1 Yoshikado
- 2 Ado
- 3 Kusaka
- 4 Ohashi
- 5 Kida
- 6 Lemonsu
- 7 Freitas
- 8 Thompson
- 9 Cheng
- 10 Byun
- 11 Dandou
- 12 Segal
- 13 Pielke
- 14 Arritt
- 15 Franchito

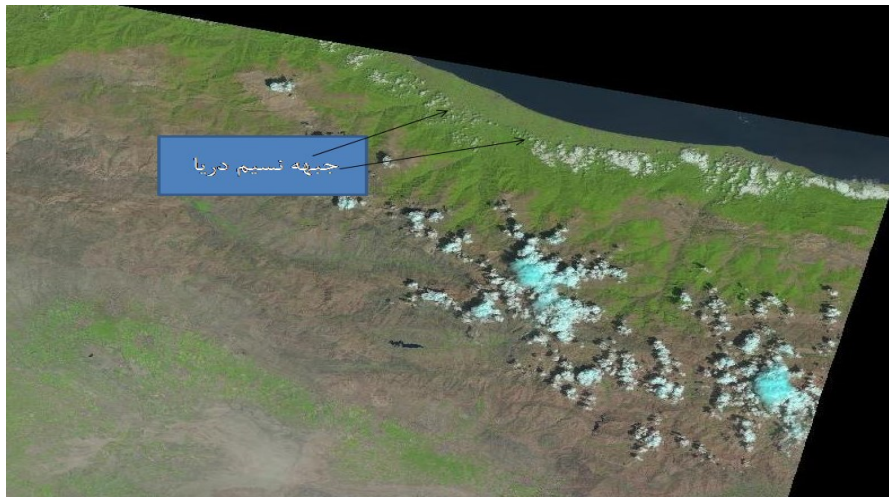


شکل ۱- موقعیت منطقه و ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

نتایج و بحث

محرك اصلی سیستم نسیم دریا عمدتاً اختلاف دمای هوا- خشکی- دریا می باشد که با اختلاف فشار رابطه ای مستقیم دارد، شدت نسیم دریا مستقیماً با تابش خورشیدی محل تناسب دارد و شارش همدید مقیاس نیز به مراتب عامل مهمی در وقوع نسیم دریا می باشد. در نمونه های مطالعاتی در سطح ایستگاه ها بطور کلی در اکثر نمونه های مطالعه شده زمان شروع نسیم دریا در ماه های دی، بهمن و آذر در ساعت ۱۲ به وقت گرینویچ، در ماههای مهر، آبان، اسفند، فروردین و اردیبهشت از ساعت ۹ و در ماههای خرداد، تیر،

مرداد و شهریور از ساعت ۶ به وقت گرینویچ می باشد (جدول شماره ۱ تا ۴).
نسیم دریا سبب شارش هوای خنک تر و چگال تر از سمت دریا به خشکی می شود و به این علت در خشکی دما کاهش یافته و رطوبت محیط زیاد می شود. کاهش دما در خشکی به شکل کاهش در آهنگ افزایش دما نمایان می شود. هرچه نسیم دریا خالص تر باشد اثر آن بر روی محیط بیشتر خواهد بود. در تصاویر ماهواره ای نسیم دریا بصورت یک منطقه بدون ابر در امتداد ساحل مشخص می شود. در این تصاویر قسمت اعظم خشکی به دور از نفوذ دریاست و در منطقه جبهه نسیم دریا اغلب ابرهای همرفتی شکل می گیرند (شکل ۲).



شکل ۲- موقعیت قرار گیری جبهه نسیم دریا در خشکی

را کامل می کند. در غیاب جریان سینوپتیکی زمینه، جبهه نسیم دریا با سرعت افقی ۱ تا ۵ متر بر ثانیه عمود بر خط ساحل در داخل خشکی پیشروی می کند. در طول روز جبهه نسیم دریا با تبدیل بخشی از انرژی پتانسیل در دسترس به انرژی جنبشی به حرکت خود ادامه می دهد. پس از غروب آفتاب پیشروی جبهه در داخل خشکی بصورت یک جریان چگالی یا گرانی است و مشابه یک جبهه جستی تندی عمل می نماید(ضائیان، ۱۳۸۵).

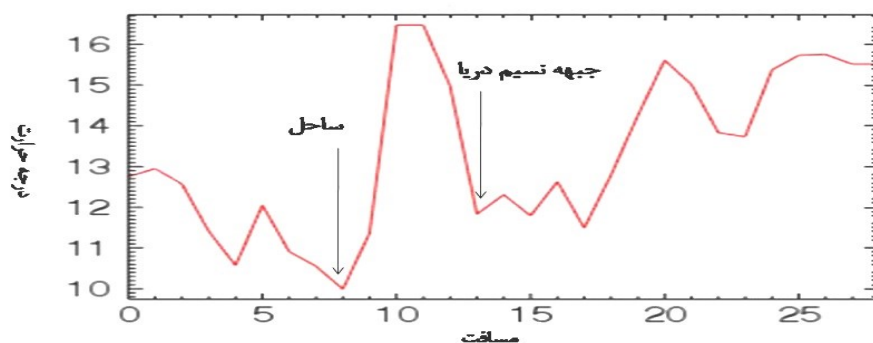
برای بررسی میزان عمق و نفوذ نسیم دریا به خشکی و همچنین تعیین محل جبهه نسیم دریا مبادرت به ترسیم نمیرخ عرضی دما از سمت ساحل به سمت خشکی گردید. از روی پروفیل های عرضی دما می توان به اطلاعات ذیل دست پیدا کرد.

- ۱- تفاوت اختلاف درجه حرارت خشکی-دریا
- ۲- افزایش دما در حاشیه خشکی تا چند ده کیلومتر
- ۳- پیشروی نسیم دریا به خشکی
- ۴- تعیین محل قرارگیری جبهه نسیم دریا(پلانچون و همکاران، ۲۰۰۶).

جبهه نسیم دریا

خشکی ها در اثر گرمایش خورشیدی در طول روز به موجب ظرفیت گرمائی کمتر، سریعتر از دریا گرم می شوند. هوای صعود کرده به سمت دریا جریان می یابد و کم فشاری بر روی سطح زمین در مقابل هوای سرد روی دریا تشکیل می شود که این نسیم دریا نامیده می شود. حد پیشروی این جریان هوای سرد و خشک را جبهه نسیم دریا گویند. جبهه نسیم دریا دارای ویژگیهای ذیل می باشد.

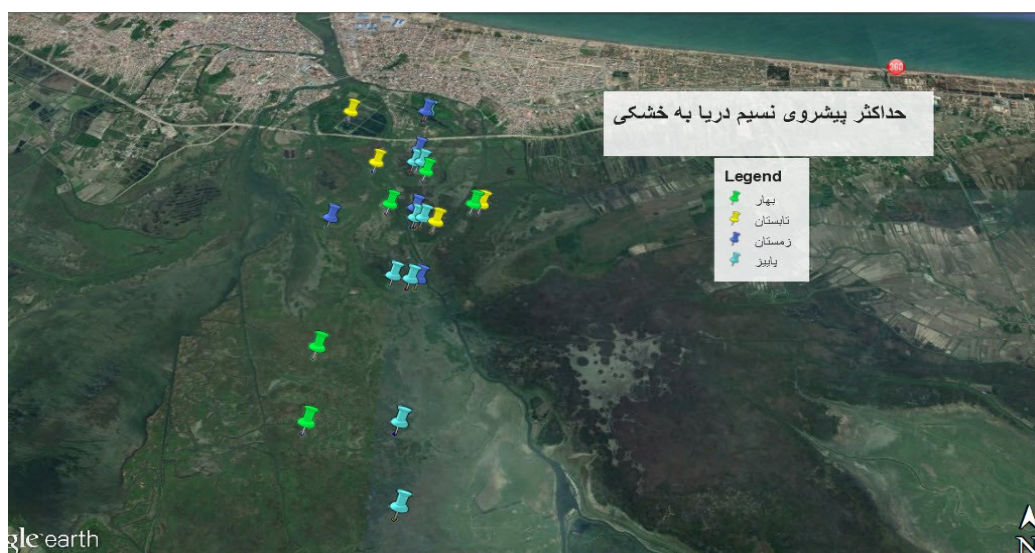
- ۱- همگرایی تراز پایین در نواری به پهنای ۱ تا ۲ کیلومتر
 - ۲- افت قابل ملاحظه دمای هوا در حدود چندین درجه سانتیگراد. از این رو جبهه نسیم دریا یک جبهه سرد میان مقیاس است.
 - ۳- افزایش رطوبت
 - ۴- حرکت بالاسو با سرعتی در حدود ۰/۵ تا ۲/۵ متر بر ثانیه
 - ۵- تشکیل ابرهای کومه ای
- در لایه های بالاتر جو یک گردش برگشتی با سرعت افقی ۱ تا ۲ متر بر ثانیه هوای گرمتر را بطرف دریا برمی گرداند و در روی دریا این هوا بطرف سطح آب نزول کرده و گردش



شکل ۳- پروفیل عرضی دمای سطح زمین منطقه انزلی در تاریخ ۲۰۱۱/۱/۱۸

سرد دریا با تلاقی با هوای گرم خشکی جبهه نسیم دریا را شکل می‌دهد. در محل جبهه که ابرهای همرفتی شکل می‌گیرد اگر هوای مرطوب و ناپایدار باشد زمینه لازم را برای ایجاد بارش را فراهم می‌کند (شکل ۲).

شکل شماره (۳) پروفیل مقطع عرضی دمای سطح زمین منطقه انزلی را نشان می‌دهد. در این روز دمای منطقه ساحلی ۱۱/۳۶ درجه سانتیگراد است، نسیم دریا ۶ کیلومتر به داخل خشکی پیشروی می‌کند. در منطقه همگرایی هوای



شکل ۴- حداکثر پیشروی نسیم دریا به خشکی در شهر انزلی به تفکیک فصل

می‌رسد. در فصل بهار میزان گسترش نسیم دریا قدری افزایش یافته و ۷/۷۳ کیلومتر می‌رسد که این امر می‌تواند ناشی از اختلاف دمای شدید آب و خشکی در این فصل از سال باشد. در فصل تابستان نیز میزان حداکثر گسترش نسیم به کمتر از ۵ کیلومتر می‌رسد. متوسط دمای ساحل در فصل زمستان در زمان‌های شروع نسیم ۱۰/۶ درجه و دمای جبهه نسیم دریا ۱۳/۹ درجه سانتیگراد است. در فصل بهار دمای ساحل و دمای جبهه نسیم دریا بطور متوسط به ۲۳/۷ درجه سانتیگراد و در فصل تابستان دمای هر دو بخش افزایش

جدول شماره (۱) و شکل (۴) دمای ساحل، دمای جبهه نسیم دریا و همچنین میزان پیشروی نسیم دریا را در منطقه انزلی به تفکیک فصل نشان می‌دهد. در فصول زمستان و پاییز ساعت شروع نسیم بین ساعات ۹ تا ۱۲ به وقت گرینویچ، در فصل بهار بین ساعات ۶ و ۹ و در فصل تابستان در ساعات ۶ به وقت گرینویچ می‌باشد. در فصل زمستان حداکثر نفوذ نسیم در خشکی به ۶/۳۲ کیلومتر و حداقل آن به ۳/۴۸ کیلومتر می‌رسد. بطور متوسط در این فصل حداکثر نفوذ نسیم به سمت خشکی در حدود ۵/۱ کیلومتر

هایی که اختلاف زیادتر باشد، عمق نسیم دریا و پیشروی آن بیشتر می باشد.

با توجه به شکل (۴) مشاهده می گردد در تمامی نمونه های مطالعاتی، حداکثر پیشروی نسیم دریا تا منطقه خارج شهر کشیده شده است. لذا وجود نسیم دریا در منطقه انزلی باعث تعدیل حرارتی جزیره گرمایی شهر و همچنین باعث انتقال آلاینده ها و ذرات معلق موجود در لایه مرزی جوی شهر به خارج از منطقه شهری می شود.

قابل ملاحظه ای پیدا می کند بطوریکه به ترتیب به ۲۹/۵ درجه و ۳۰/۲ درجه سانتیگراد می رسد. در فصل پاییز بخاطر وجود سیستم های جوی ناپایدار و همچنین اثر گسترش پرفشار سیبری، دمای ساحل و دمای جبهه نسیم دریا افت می کند. بطور کلی میزان نفوذ نسیم دریا در منطقه انزلی در زمان هایی که نسیم های خالص رخ می دهند، از ۳ تا ۸ کیلومتر در منطقه در نوسان است. در زمان هایی که اختلاف دمای بین ساحل و دمای جبهه نسیم دریا مشاهده نمی شود، عمق نسیم دریا و مسافت آن کمتر و در زمان

جدول ۱- ویژگیهای دمای ساحل و جبهه نسیم دریا و همچنین مقدار پیشروی نسیم دریا به خشکی در منطقه انزلی

پیشروی نسیم دریا به کیلومتر	دمای جبهه نسیم دریا به درجه سانتیگراد	دمای ساحل به درجه سانتیگراد	ساعت شروع نسیم دریا به وقت گرینویچ	روز	ماه	سال	فصل
۶	۱۱٫۸	۱۱٫۳۶	۱۲	۱۸	۱	۲۰۱۱	زمستان
۳٫۴۸	۱۶٫۸۴	۱۱	۹	۱۸	۳	۲۰۱۳	
۵٫۲	۱۶٫۶۱	۱۱٫۷۶	۱۲	۶	۱		
۴٫۷۲	۱۶٫۶	۱۱٫۷۷	۱۲	۶	۱		
۴٫۶۷	۱۲٫۷۹	۱۰٫۳۴	۹	۱۹	۱		
۶٫۳۲	۱۲٫۷۹	۸٫۴۱	۱۲	۲۰	۲	۲۰۱۴	بهار
۴٫۶	۲۷٫۵	۲۲٫۳	۹	۲۰	۵	۲۰۱۱	
۷٫۷۳	۲۹٫۲۸	۲۷٫۲۲	۶	۲۵	۶	۲۰۱۲	
۳٫۸	۲۲٫۷۶	۳۰٫۴۵	۶	۵	۵		
۴٫۶	۲۹٫۷۹	۲۶٫۵۷	۶	۲۶	۶	۱۰۱۳	
۴٫۶۱	۱۱٫۳۵	۳۱٫۱۱	۹	۲	۴		تابستان
۴٫۸۳	۲۰٫۸۲	۱۲٫۹۵	۹	۵	۴	۱۰۱۴	
۷٫۶	۲۴٫۷۲	۳۰٫۸	۶	۲۹	۴	۲۰۱۵	
۲٫۶	۳۰٫۹۸	۳۱٫۴۱	۹	۵	۷		
۵٫۱۶	۳۴٫۸۴	۳۱٫۲۳	۶	۳	۸	۲۰۱۱	
۳٫۶۲	۲۶٫۶۹	۲۹٫۵	۶	۳۱	۸		پاییز
۶٫۵۷	۲۸٫۲۸	۲۵٫۷۳	۶	۳۰	۸	۲۰۱۵	
۶٫۱۱	۱۱٫۲۲	۹٫۱۶	۹	۶	۱۱	۲۰۱۱	
۵٫۹۳	۲۶٫۵	۲۳	۹	۱۱	۱۰		
۴٫۷۲	۱۸٫۱	۱۵٫۰۶	۱۲	۱۶	۱۱	۲۰۱۲	
۵٫۳۷	۹٫۴۵	۸٫۸۸	۹	۲۱	۱۲		
۳٫۳	۱۸٫۵۱	۱۹٫۳۹	۹	۱۲	۱۰		
۷٫۴۶	۱۲٫۶۹	۱۱٫۳۹	۹	۳۱	۱۰	۲۰۱۳	
۳٫۹۷	۲۰٫۳۸	۱۸	۹	۱۱	۱۲		
۳٫۸۴	۱۳٫۰۱	۱۰٫۲۳	۹	۲۳	۱۲		
۴٫۹۵	۱۵٫۲۶	۱۱٫۷۲	۹	۲۵	۱۲	۲۰۱۴	
۴٫۱۷	۱۷٫۲۶	۱۶٫۴۸	۹	۱۵	۱۱	۲۰۱۵	

شهر بابلسر

میزان نفوذ نسیم دریا به عواملی مختلفی از جمله عرض جغرافیائی، بادهای محلی، دوری و نزدیکی به ارتفاعات به دریا و بالایی ساحلی می‌تواند پیشروی نسیم دریا و نفوذ جبهه نسیم دریا را به داخل خشکی تسهیل بخشد. بر اساس جدول (۲) در فصل زمستان که اختلاف دمای ساحل و جبهه نسیم دریا افزایش می‌یابد، میزان پیشروی نسیم دریا نیز بیشتر است. متوسط دمای سطح زمین در منطقه ساحلی در این فصل حدود ۱۳/۹ درجه سانتیگراد می‌باشد. در فصل بهار دمای جبهه نسیم دریا نسبت به دیگر فصول از

عمق بیشتری و از مسافت کمتری نسبت به دیگر فصول سال برخوردار است. فصل‌های تابستان و پاییز میزان پیشروی نسیم دریا بیشتر شده به ترتیب به ۴/۳ و ۴/۹ کیلومتر در خشکی می‌رسد. با توجه به شکل (۵) مشاهده می‌گردد اکثراً میزان پیشروی نسیم دریا در خشکی بر فراز شهر بابلسر مشاهده می‌شود و بندرت اتفاق می‌افتد که از محیط شهر خارج شده باشد. لذا نفوذ نسیم دریا مخصوصاً در فصول گردشگری از قبیل فصول بهار و تابستان کمک موثری در راحتی حرارتی ساحل‌نشینان و ساکنان شهر می‌نماید.



شکل ۵ - حداکثر پیشروی نسیم دریا به خشکی در شهر بابلسر به تفکیک فصل

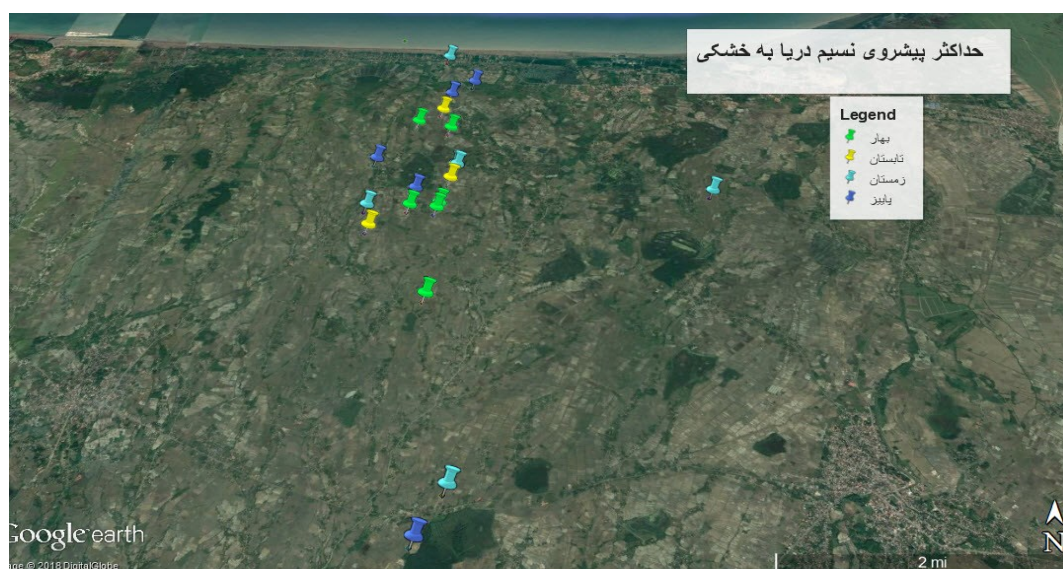
جدول ۲- ویژگیهای دمای ساحل و جبهه نسیم دریا و همچنین مقدار پیشروی نسیم دریا به خشکی در منطقه بابلسر

فصل	سال	ماه	روز	ساعت شروع نسیم دریا به وقت گرینویچ	دمای ساحل به درجه سانتیگراد	دمای جبهه نسیم دریا به درجه سانتیگراد	مسافت نسیم دریا به کیلومتر
زمستان	۲۰۱۱	۱	۳	۱۲	۱۴,۲۲	۱۷,۲۲	۴,۵
	۲۰۱۳	۳	۱۲	۱۲	۱۵,۴۸	۲۵,۹۱	۴,۴۲
	۲۰۱۴	۱	۱۲	۱۲	۱۱,۹۴	۱۱,۰۱	۲,۳۵
بهار	۲۰۱۲	۶	۱۹	۹	۳۰,۷۲	۲۶,۲۲	۱,۳۶
	۲۰۱۳	۵	۲۱	۹	۱۵,۴۱	۱۴,۱	۵,۲۸
	۱۰۱۴	۶	۹	۱۲	۲۶,۰۴	۲۱,۲۴	۴,۳۴
تابستان	۲۰۱۱	۷	۴	۹	۲۴,۶۴	۳۲,۰۷	۵,۲۲
	۲۰۱۴	۸	۲۵	۶	۲۹,۳۲	۴۰,۲۶	۳,۲۱
	۲۰۱۵	۹	۲۱	۶	۲۷,۱۹	۳۱,۶۷	۴,۳۹
پاییز	۲۰۱۱	۱۱	۵	۹	۱۹,۶۱	۲۱,۲۸	۲,۴۹
	۲۰۱۲	۱۰	۴	۹	۲۴,۹۴	۳۱,۲۸	۷,۱۲
		۱۲	۱۸	۱۲	۱۰,۷۹	۹,۵۷	۴,۹۴

– شهر بندری کياشهر

با بررسی ویژگیهای دمایی و میزان نفوذ نسیم دریا در هر کدام از فصول سال بر اساس جدول شماره (۳) و شکل (۶) می توان اینگونه نتیجه گرفت. بر اساس نمونه های مطالعاتی ساعت شروع نسیم دریا از ساعت ۹ تا ۱۵ به وقت گرینویچ می باشد با این وجود که در ماههای سرد سال شروع نسیم به اواخر بعد از ظهر و در فصل تابستان به ساعت ۹ می رسد. متوسط دمای ساحل در فصل زمستان ۹/۸ درجه سانتیگراد است در این فصل میزان پیشروی نسیم دریا به خشکی از ۲/۱۶ کیلومتر تا ۱۱ کیلومتر متغیر است. در

فصل بهار متوسط دمای ساحل برای شروع نسیم دریا به ۱۶/۸ درجه سانتیگراد و میزان پیشروی آن به سمت خشکی به ۶/۵ کیلومتر می رسد. در فصل تابستان بر دمای نسیم دریا افزوده شده بطوریکه در ساحل متوسط دما ۲۴/۵ درجه سانتیگراد می رسد و در مرز جبهه نسیم دریا در خشکی که بطور متوسط ۶/۵ کیلومتر طی شده، ۱ تا ۲ درجه سانتیگراد نیز دما افزایش یافته است. مشخصه های آب و هواشناختی روزانه نسیم دریا در فصل پاییز نشان دهنده آن است که قویترین این بادهای با میزان پیشروی ۱۲/۹۸ کیلومتر در این فصل به وقوع پیوسته است.



شکل ۶- حداکثر پیشروی نسیم دریا به خشکی در شهر کياشهر به تفکیک فصل

جدول ۳- ویژگی‌های دمای ساحل و جبهه نسیم دریا و همچنین مقدار پیشروی نسیم دریا به خشکی در منطقه کیشهر

مسافت نسیم دریا به کیلومتر	دمای جبهه نسیم دریا به درجه سانتیگراد	دمای ساحل به درجه سانتیگراد	ساعت شروع نسیم دریا به وقت گرینویچ	روز	ماه	سال	فصل
۵,۵۹	۱۳,۷	۱۱,۵۸	۱۵	۱۹	۱	۲۰۱۱	زمستان
۲,۱۶	۱۱,۱۳	۱۰,۷۶	۱۲	۱۲	۲	۲۰۱۲	
۲,۳۲	۱۰,۹۴	۱۱,۷۶	۱۲	۱۷	۱		
۶,۱۵	۲۱,۲۸	۵,۶	۱۵	۱	۳		
۵,۵۲	۲۵,۶۳	۱۲,۳۵	۹	۱۴	۳	۲۰۱۳	
۱۱	۱۵,۰۴	۶,۴۴	۱۲	۲۱	۲	۲۰۱۴	
۶,۸۵	۱۹,۲۳	۱۰,۴۱	۹	۷	۳	۲۰۱۵	
۴,۷	۱۲,۱۳	۱۲,۰۱	۹	۱۵	۴	۲۰۱۱	بهار
۹,۰۶	۲۷,۷۳	۱۴,۷۴	۱۲	۴	۵	۲۰۱۲	
۷,۴	۲۹,۳۲	۲۴,۱	۹	۱۱	۶		
۴,۳۴	۲۱,۷۶	۲۱,۶۷	۹	۹	۶	۱۰۱۴	
۷,۰۳	۲۷,۳۹	۱۱,۵	۹	۸	۴	۲۰۱۵	
۴,۵۳	۳۱,۴۴	۲۶,۶۷	۱۲	۴	۷	۲۰۱۱	تابستان
۴,۸	۲۹,۲۹	۲۵,۲۸	۹	۲۲	۷	۲۰۱۲	
۸,۱۱	۲۶,۷۸	۲۳,۳۲	۹	۲۷	۹		
۸,۶۶	۲۲,۸۲	۲۲,۹۴	۹	۴	۹	۲۰۱۴	
۵,۲۷	۱۹,۰۴	۱۹,۱	۹	۲۱	۱۰	۲۰۱۱	پاییز
۳,۳۲	۱۳,۷	۱۳,۶۴	۹	۱۷	۱۱		
۶,۱۵	۱۶,۸۹	۱۵,۰۱	۱۲	۹	۱۲	۲۰۱۳	
۳,۷۶	۱۱,۹۸	۱۴,۳۴	۱۲	۲۳	۱۲		
۱۲,۹۸	۱۹,۱۳	۱۵,۶۱	12	۱۱	۱۱	۲۰۱۵	

- شهر نوشهر

ارتفاع شهرستان نوشهر از سطح آب های آزاد ۲/۹- متر است و از سمت شمال به دریای خزر متصل است. در شهرستان نوشهر بر اساس تفاوت های ساختار دمایی بین فصول سال در منطقه آبی و خشکی و همچنین طول روز، نسیم دریا در فصل تابستان و اواخر فصل بهار به وقت گرینویچ در ساعت ۶، شروع به پیشروی، به سمت خشکی می کند و در فصول دیگر سال ساعت پیشروی از ساعت ۹

تا ۱۲ به تعویق می افتاد. بر اساس جدول (۴) و شکل (۷) بطور متوسط منطقه همگرایی جبهه نسیم دریا در فصل های تابستان و زمستان به ترتیب با ۵/۵ و ۵/۱ کیلومتر، پیشروی در خشکی، بیشترین فاصله را نسبت به فصول دیگر سال از دریا بخود اختصاص داده است. حداکثر پیشروی نسیم دریا در بین نمونه های مطالعاتی با مسافت ۱۰ کیلومتر متعلق به فصل تابستان و کمترین آن با مسافت ۲/۲ کیلومتر مرتبط با فصل پاییز است.

نتیجه‌گیری

استان‌های شمالی به علت مجاورت با پهنه آبی خزر به لحاظ فعالیت‌های اقتصادی، گردشگری و اجتماعی دارای پتانسیل‌های وسیعی برای توسعه دارند. از مهمترین عوامل موثر در الگوی توسعه هر منطقه اثر عوامل محیطی و آب و هوایی است. در نواحی ساحلی نسیم‌های دریا سازگار با تفاوت‌های فیزیکی و گرمایی بین پهنه آب و خشکی جریان منظمی دارند که غالباً در شرایط نبود جریان‌های منطقه‌ای قابلیت حضور دارند و شرایط دما و رطوبت و در نهایت شرایط آسایش گرمایی منطقه ساحلی را کنترل می‌کنند (زمانیان، ۱۳۷۷). نسیم دریا می‌تواند تا چندین کیلومتر داخل خشکی نفوذ کند و به همراه خود رطوبت دریا و هوای خنک را به آن نواحی انتقال دهد. ساختار نسیم بر اساس اختلاف دمای زیاد آن است. در طول روز خشکی سریع‌تر از آب گرم می‌شود و این باعث می‌شود هوای روی خشکی بالا رود، هوای خنک که بطور معمول روی آب‌های ساحلی حرکت می‌کند تا جایگزین صعود قائم هوا روی خشکی شود. این فرایند بتدریج ادامه می‌یابد و جبهه نسیم دریا شکل می‌گیرد. زمان‌های شکل‌گیری نسیم دریا با توجه به مقدار ساعات آفتابی، و زمان‌های گرم شدن و سرد شدن خشکی در ماه‌های مختلف متغیر است. بگونه‌ای که در ماه‌های دی، بهمن و آذر در ساعت ۱۲ به وقت گرینویچ، در ماه‌های مهر، آبان، اسفند، فروردین و اردیبهشت از ساعت ۹ و در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور از ساعت ۶ به وقت گرینویچ نسیم دریا شروع به شکل‌گیری می‌کند. میزان پیشروی نسیم دریا وابسته به عوامل مختلفی از جمله عرض جغرافیایی، بادهای محلی، دوری و نزدیکی به ارتفاعات و ... می‌تواند پیشروی نسیم دریا به داخل خشکی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. دریاچه خزر با توجه به وسعت و عمق کمتر نسبت به اقیانوس‌ها و تفاوت‌های دمای اندک نسبت به محیط‌های اقیانوسی، مشخصه‌های آب و هواشناختی روزانه آن باعث شده که حداکثر پیشروی نسیم دریا به سمت خشکی در مسافت‌های طولانی انجام نگیرد. در ایستگاه انزلی بطور متوسط در تمامی فصول حداکثر پیشروی به ۵ کیلومتر می‌رسد. در

ایستگاه بابلسر فصل پاییز از پیشروی بیشتری (۴/۹ کیلومتر) نسبت به دیگر فصول سال دارد. در ایستگاه کیشهر میزان نفوذ نسیم دریا نسبت به ایستگاه‌های دیگر بیشتر شده و در فصول بهار، تابستان، پاییز به طور متوسط به بالای ۶/۵ کیلومتر می‌رسد. در ایستگاه نوشهر فصل بهار از کمترین پیشروی به داخل خشکی (۳/۵ کیلومتر) برخوردار است. بنابراین اختلاف دمای آب دریا و خشکی در منطقه حاشیه جنوبی دریای خزر باعث شده در فصول مختلف میزان عمق و جبهه نسیم دریا متفاوت باشد، بگونه‌ای که حداکثر پیشروی نسیم دریا در بین نمونه‌های مطالعاتی به ۱۳ کیلومتر در ایستگاه کیشهر می‌رسد. در اکثر نمونه‌های مطالعاتی اختلاف دمای بین ساحل و دمای جبهه نسیم دریا، عمق نسیم دریا و مسافت آن را مشخص می‌کند. بگونه‌ای که در زمان‌هایی که اختلاف دمای بین ساحل و دمای جبهه نسیم دریا مشاهده نمی‌شود عمق نسیم دریا و پیشروی آن کمتر و در زمان‌هایی که اختلاف زیادتر می‌شود، عمق نسیم دریا و پیشروی آن به داخل خشکی بیشتر می‌باشد. در باب مقایسه با نتایج پژوهشگران دیگر، زمان‌های شروع نسیم دریا در فصول مختلف در سواحل خزر با نتایج پژوهش سماکوش (۱۳۹۲)، عزیزی و همکاران (۱۳۸۹)، مطابقت دارد و در ساعات ۲ تا ۵ هم زمان با اوج فعالیت دمایی، بیشترین سرعت باد را در پدیده نسیم دریا شاهد هستیم. کریمی و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهشی در سواحل دریای خزر نتیجه می‌گیرند که ارتفاعات به مانند سدی جلو نفوذ نسیم دریا را گرفته و باعث تقویت نسیم خشکی و تضعیف نسیم دریا می‌شود. به نظر می‌رسد یکی از عوامل عدم گسترش زیاد نسیم دریا در منطقه وجود ارتفاعات و نبود اختلاف دمایی خیلی زیاد نسبت به محیط‌های اقیانوسی می‌باشد که نتایج پژوهش نیز بیانگر همین امر است.

منابع

1. Ashrafi. K.B. rozethalab and M.azadi, 2010, simulation of the phenomenon of sea breeze to coast in the coast of Bandar Abbas city using model wrf, First Specialized Exhibition, Energy and Clean Indusrty.

2. Azizi. G.M. Masoomsopoor, F. Khoshaykhlagh, A. Ranjbar and R. Peyman Zavar, 2010, Numerical simulation of Nasim-Gadriya on the southern shores of the Caspian Sea based on climatic characteristics; Research journal Climatology, first year, first and second issue, spring and summer 2010, pp. 38-21.
3. Ado, HY, 1992, Numerical study of the daytime urban effect and its interaction with the sea-breeze. J Appl Meteorol 31:1146-1164.
4. Avissar, R.M.D. Moran, G.WU, R.N. Merney, and R.A. Pielke, 1989, Operating ranges of mesoscale numerical models and meteorological wind tunnels for the simulation of sea and land breezes.
5. Antonelli, M.R. rotunnn, 2007, Large-Eddy Simulation of the Onset of the Sea Breeze, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado.
6. Arritt. RW, 1987, The effect of water surface temperature on lake breezes and thermal internal boundary layers. Boundary-Layer Meteorol 40:101-125.
7. Azorin-Molina, C., Chen ,D, 2008, climatological study of the influence of synoptic-scale flows on sea breeze evolution in the Bay of Alicante (Spain).
8. Borne, K.D. Chen and M. Nunez, 1998, A Method for finding sea breeze days under stable synoptic conditions and its application to the ewedish west coast.
9. Bowers. L, 2004, The Effect of Sea Surface Temperature on Sea Breeze Dynamics Along the Coast of New Jersey, thesis, State University of New Jersey.
10. Cheng. FY., Byun, DW, 2008, Application of high resolution land use and land cover data for atmospheric modelling in the Houston-Galveston metropolitan area. Part I: meteorological simulation results. Atmos Environ 42:7795-7811
11. Dandou. A, M. Tombrou and N. Soulakellis, 2009, The influence of the City of Athens on the evolution of the sea-breeze front. Boundary-Layer Meteorol 131:35-51.
12. Erik. T, Horel, D, 2010, Sea and Lake Breezes: A Review of Numerical Studies, Boundary-Layer Meteorol (2010) 137:1-29.
13. Lalas, D.P, Asimak. P, D.N. Deligiorgi and C. helmis , 1982, Sea-breeze circulation and photochemical pollution Athens, Greece.
14. Hosni, v.s, H. Malekoty and R. Hossein, 2014, Assessment of the power of the WRF model in the simulation of wind and wind power, Fourth Annual Clean Energy conference.
15. Franchito. SH, VB. Rao, JL. Stech and JA. Lorenzzetti, 1998, The effect of coastal upwelling at Cabo Frio, Brazil: a numerical experiment. Ann Geophys 16:866-881.
16. Franchito. SH, TO. Oda, VB. Rao and MT. Kayano, 2008, Interaction between coastal upwelling and local winds at Cabo Frio, Brazil: an observational study. J Appl Meteorol Climatol 47:1590-1598.
17. Freitas. ED, CM. Rozoff, WM. Cotton and PL. Silva Dias, 2007, Interactions of an urban heat island and sea breeze circulations during winter over the metropolitan area of Sao Paulo, Brazil. Boundary-Layer Meteorol 122:43-65.
18. Godske. C. L, T. Bergeron, J. Bjerknes and R.C. Bundgaard, 1957, Dynamic Meteorology and Weather Forecasting, 800 pp., Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.
19. Kambezidis, H.D, D. Weidauer, D. Melas and M. Ulbricht, 1998, air quality in the Athens basin during sea breeze and non-sea breeze days using lasr-remotesensing technique, National Observatory of Athens, Institute of Meteorology and Physics of the Atmospheric Environment,
20. Silmpson. J. E, D.A. Mansfield and J.R. Milford, 1976, Inland penetration of sea-breeze fronts, Department of Geophysics, University of Reading, England.
21. Papanastasiou .K, D. Melas and T. Bartzanas, 2009, Constantinos Kittas , Temperature, comfort and pollution levels during heat waves and the role of sea breeze.
22. Kusaka. H, F. Kimura, H. Hirakuchi and M. Mizutori , 2000, The effects of land-use alteration on the sea breeze and daytime heat island in the Tokyo metropolitan area. J Meteorol Soc Jpn 78:405-420.
23. Karimi. M, G. Azizi, A.A. Shamsipour and I. Rezaei Mehdi Abadi, 2016, Dynamic simulation of the effect of Coulombal strand on the thickness and depth of penetration of Nasim Gadri on the southern coast of Khazar, pages 153-135, journal of Applied Geosciences Research, Year 16, No. 41.
24. Lemonsu. A, S. Bastin, V. Masson and P. Drobinski, 2006, Vertical structure of the urban boundary over Marseille under sea-breeze conditions. Boundary-Layer Meteorol 118:477-501

25. Matthew. S,W. Hari and R. Sethu, 2007, Sea-breeze-initiated rainfall over the east coast of India during the Indian southwest monsoon , 2007, Nat Hazards 42:401–413.
26. Ohashi. Y, H. Kida ,2002, Local circulations developed in the vicinity of both coastal and inland urban areas: A numerical study with a mesoscale atmospheric model. J Appl Meteorol 41:30–45.
27. Ohashi. Y, H.Kida, 2004, Local circulations developed in the vicinity of both coastal and inland urban areas. Part II: effects of urban and mountain areas on moisture transport. J Appl Meteorol 43:119–133.
28. Segal. M ,R.A. Pielke,1985, On the effect of water temperature and synoptic flows on the development of surface flows over narrow-elongated water bodies. J Geophys Res 90:4907–4910.
29. Simpson. J. E,1994, Sea breeze and local wind, Cambridge university press, UK, 234 pp.
30. Siof Jahromi.M, A.shadehght khardar and I, Hosseinzadeh, 2006, numerical simulation of the sea breeze , dryness in Bushehr and its suburbs, Numerical Forecasting Conference, December 29, 2006. Institute of Meteorology. Dynamic and Meteorological Research Group.
31. Sakakus. J , 2013, application of the TAPM model to simulate the sea breeze o the sothern shores of the Caspian sea (May to September), The first national conference on geoghraphy and environmental sustainability, Razi University.
32. Taheri.Z,P. Iran-Nejad, A.Ali-Akbari-baidokhti and G. Sarmd,2013, Study of the effect of mountain and surface vegetation on the sea breeze on the southern shores of the Caspian Sea using the WRF model, second international conference Modeling of plant, water, soil and air.
33. Thompson. WT, T.Holt and J.Pullen ,2007, Investigation of a sea breeze front in an urban environment. Q J Roy Meteorol Soc 133:579–594
34. Tijm. A. B. C, Van Delden. A. J,1999, The role of sound waves in sea-breeze circulation, Q. J. R. Meteo, Soc., 125, 1997– 2018.
35. Yoshikado. H ,1990, Vertical structure of the sea breeze penetrating through a large urban complex. J Appl Meteorol 29:878–891.
36. Yui.S,M. Kaoru,Y, Makoto,S. Masaru,T. Takahiro and S. Satoru,2017, Sea breeze effect mapping for mitigating summer urban warming: For making urban..., Urban Climate.