



مرکز پژوهش‌های مطالعات دریایی

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی



دهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی ۲۹ آبان لغایت ۱ آذر ۹۱ (تهران- ایران)



۱۳ الگوی برآورد متوسط رطوبت نسبی روزانه در نواحی سواحل ایران

محبوبه فرزندی^۱، حسین ثنائی نژاد^۲، حجت رضائی پزند^۳، بیژن قهرمان^۴

کلید واژه: الگوی رگرسیونی، رطوبت نسبی روزانه، مناطق سواحل ایران، نمونه گیری سیستماتیک.

چکیده

محاسبه رطوبت نسبی روزانه به تقریب از الگوهایی به دست می آید. دو الگوی قدیمی - معدل سه ساعت استاندارد (۳، ۹ و ۱۵ گرینویچ) - و الگوی معرفی شده توسط دانشگاه آرگون (مجموع ۰/۶۵ رطوبت نسبی ساعت ۳ و ۰/۳۵ رطوبت نسبی ساعت ۱۵ گرینویچ) مرسوم تراند. هدف این مقاله ارائه الگوهای دقیق تر برای برآورد رطوبت نسبی روزانه از روی رطوبت ساعت های استاندارد محلی ایران و متغیرهای بارش روزانه، دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در مناطق سواحل است. ایستگاه های همید مورد استفاده این ناحیه ۴۱ عدد است که پس از غربال و خوشه بندی (روش افرازی میانه محور) کلیه ایستگاه های همید ایران (۲۸۹ ایستگاه) به دست آمده اند. هدف ارائه الگوهای خطی (غیرخطی) رطوبت- نسبی روزانه به تفکیک برای ماه های مختلف (۱۲ الگو) و سالانه در مناطق ساحلی (خرز، خلیج فارس و دریای عمان) است. طرح نمونه گیری سیستماتیک دوری برای انتخاب نمونه مناسب به کار رفت. نتیجه ۳۵۰۰ روز داده ساعتی به عنوان نمونه برای هر ماه پس از غربال به دست آمد. الگوهای مختلف بر نمونه انتخابی برازش داده شد. آزمون های مختلف آماری و آسیب شناسی روی الگوها انجام شد و الگوی برتر برای همراه و سال به دست آمد (۱۳ الگو). ضریب تعیین تمام این الگوها بین ۰/۹۷۸ (ماه مارس) تا ۰/۹۹۵ (ماه های می، اکتبر و سالانه) است. واسنجی و مقایسه الگوهای فوق با الگوهای مرسوم قدیمی نشان از دقت بیشتر الگوهای جدید دارد. معیار مقایسه میانگین مربع خطا (MSE) است. MSE الگوهای جدید برای کلیه ماه ها و سالانه تقریباً ۰/۱ الگوی آرگون و نصف الگوی قدیمی است. این نشان از دقت بالای الگوهای جدید ارائه شده دارد.

مقدمه

رطوبت نسبی یکی از متغیرهای مهم جو است که در مطالعه و پژوهش های کشاورزی، سدسازی، هیدرولوژی، شهرسازی، تعیین تبخیر از سطح آزاد آب و تبخیر و تعرق و... به کار می رود. اغلب متوسط هفتگی، ماهانه و سالانه رطوبت نسبی مورد نیاز است. معدل واقعی روزانه (RH_{ad}) پایه محاسبه این موارد است. بنابراین افزایش دقت در برآورد روزانه سبب افزایش دقت در موارد فوق می شود. مقدار واقعی RH_{ad} باید با انتگرال گیری از زیر سطح منحنی رطوبت نسبی روزانه به دست آید. این مقدار همیشه قابل محاسبه نیست، زیرا منحنی رطوبت نسبی روزانه در همه ایستگاه ها وجود ندارد. به همین دلیل برآورد آن محاسبه و جانشین RH_{ad} می شود. این برآورد را RH_d می نامیم. روش مرسوم و قدیمی برای محاسبه RH_d معدل گیری از رطوبت نسبی سه ساعت استاندارد محلی ایران (۱۸:۳۰، ۱۲:۳۰، ۶:۳۰) است (رابطه ۱). این رابطه به عنوان یک دستورالعمل استاندارد جهانی در سازمان هواشناسی ایران و وزارت نیرو استفاده می شود [۲ و ۱].

$$RH_d = 0.33RH_{6:30} + 0.33RH_{12:30} + 0.33RH_{18:30} \quad (1)$$

نقطه ضعف هایی در رابطه (۱) وجود دارد که سبب بزرگی خطای محاسبه توسط این رابطه می شود.

^۱ کارشناس ارشد، هواشناسی کشاورزی، mhbfarzandi@yahoo.com

^۲ دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد، sanaeian@gmail.com

^۳ مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، hrpazhand@yahoo.com

^۴ استاد، دانشگاه فردوسی مشهد، bijangh@ferdowsi.um.ac.ir

یاثو (۱۹۷۴) نشان داد که تابع بتا برازش خوبی بر منحنی رطوبت نسبی روزانه دارد و این منحنی چوله است و رفتار غیرخطی دارد. لذا استفاده از رابطه استاندارد شده (۱) خطا آمیز است و استفاده از ضرایب مساوی برای محاسبه متوسط روزانه دقیق نیست [۳].

سازمان تحلیل اقلیم‌های فضایی در دانشگاه ایالتی اورگون رابطه (۲) را به‌عنوان جانشین رابطه (۱) برای محاسبه (RH_{ad}) پیشنهاد کرد [۴]. این رابطه برای ماه‌های مختلف کمی اریب است (با مقدار واقعی اختلاف دارد) [۴]. رابطه (۲) نشان می‌دهد که (RH_{ad}) فقط به رطوبت نسبی ساعت ۳ و ۱۵ گرینویچ (صبح، RH_3 و بعدازظهر، RH_{15}) وابسته است. همچنین مشاهده می‌شود که اثر RH_3 تقریباً ۲ برابر RH_{15} است.

$$RH_{ad} = 0.65RH_{morning} + 0.35RH_{afternoon} \quad (2)$$

منحنی‌های رطوبت نسبی روزانه به شرایط اقلیمی و به ماه‌های مختلف سال نیز وابسته است.

دی (۱۹۱۷) جدولی برای تصحیح RH_{ad} بر حسب ماه‌های مختلف ارائه داده است. این پژوهشگر با تحلیل داده‌های ساعتی نتیجه گرفته است که RH_{ad} به ماه و مختصات جغرافیایی وابسته است. نامبرده RH_{ad} را از روی دو مشاهده ساعتی روزانه محاسبه کرده است. این تحقیق در آمریکا و در چند منطقه با داده‌های ۲۵۹ ایستگاه انجام شده است [۵].

بلانک (۱۹۶۱)، RH_{ad} را در چند نقطه آمریکا با داده‌های رطوبت سنج ایستگاهی با RH_{ad} مقایسه کرد. او اظهار داشت که RH_{ad} حاصل از روش‌هایی که فقط بعضی از ساعات روز را در نظر می‌گیرد با RH_{ad} تفاوت دارد. این تفاوت به موقعیت جغرافیایی نیز بستگی دارد [۶]. کوارت و واکو (۱۹۶۵) رطوبت نسبی ساعتی ۶ شهر آمریکا که اقلیمی از خشک تا مرطوب را شامل می‌شوند را تحلیل و RH_{ad} را محاسبه کردند. آن‌ها اظهار داشتند که RH_{ad} که از معدل قرائت‌های صبح و بعد از ظهر به‌دست می‌آید، دقیق نیست و بیشتر از RH_{ad} است. همچنین آن‌ها متوجه شدند که RH_{ad} نیز بیشتر از معدل کمینه و بیشینه رطوبت نسبی روزانه (رابطه ۱) است. نتیجه تحلیل آن‌ها نشان داد که میانگین روزانه به ماه مورد نظر نیز بستگی دارد [۷].

تحقیقات نشان می‌دهد که تا کنون برای افزایش دقت محاسبه رطوبت نسبی روزانه در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته است. پژوهش‌های قبل نشان می‌دهد که برآورد RH_{ad} از روی سه ساعت استاندارد دقیق نیست، به ماه و اقلیم نیز وابسته است. هدف مقاله حاضر ارائه روابط جدیدی برای محاسبه RH_{ad} از روی رطوبت ساعات مختلف روز، همچنین اضافه کردن پارامترهای دما و بارش روزانه در این روابط است. افزون بر این اقلیم و ماه را نیز در روابط دخالت داده و روابطی مناسب برای ماه‌های مختلف سال در اقلیم سواحل ارائه شده است. روش نمونه‌گیری سیستماتیک^۵ برای انتخاب نمونه مناسب استفاده شده است.

روش انجام تحقیق

منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

کشور ایران با وسعت ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع در نیم کره شمالی، در قاره آسیا و در قسمت غربی فلات ایران واقع شده است. این کشور بین دو نصف النهار 34° و 64° شرقی و دو مدار 25° و 40° شمالی قرار دارد [۸]. تعداد ایستگاه‌های همدید ایران ۲۸۹ عدد است که تعداد ۴۱ ایستگاه در ناحیه سواحل دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان قرار دارد و در این تحقیق استفاده شده‌اند [۸]. برخی دارای آمار ناقص یا کوتاه هستند. ایستگاه‌هایی با حداقل ۱۰ سال آمار کامل در این پژوهش انتخاب شده‌اند. آمار ساعتی رطوبت نسبی، دمای حداقل، حداکثر و متوسط روزانه، بارش روزانه و رطوبت نسبی روزانه این ایستگاه‌ها در اختیار است [۹].

متوسط واقعی رطوبت نسبی روزانه

رفتار رطوبت نسبی در طول شبانه‌روزی تابع غیرخطی و نامتقارن مانند $f(t)$ با دامنه $[a, b]$ است [۳]. مقدار دقیق این متوسط از انتگرال سطح زیرمنحنی مطابق رابطه (۳) به‌دست می‌آید.

$$RH_{ad} = \frac{1}{b-a} \int_a^b f(t) dt \quad (3)$$

حل انتگرال فوق برای محاسبه رطوبت نسبی متوسط روزانه به روش عددی (قائده سیمسون) محاسبه شده است. داده‌های در دسترس سه‌ساعته هستند. بنابراین تقریب سیمسون انتگرال فوق مطابق رابطه (۴) است [۱۰ و ۱۱]. $RH_i = f(i)$ رطوبت نسبی ساعت i ام و عدد ۲۴ طول شبانروز (دامنه تابع) است.

$$RH_{ad} = \frac{1}{24} \{ RH_1 + 4(RH_2 + RH_4 + RH_6 + RH_8 + RH_{10} + RH_{12}) + 2(RH_{14} + RH_{16} + RH_{18}) + RH_{24} \} \quad (4)$$

الگوهای رگرسیون چندمتغیری

تحلیل رگرسیونی یک روش آماری برای پیش‌بینی مقادیر یک یا چند متغیر پاسخ (وابسته) از مجموعه‌ای از مقادیر متغیرهای پیش‌بینی کننده (مستقل) است. رگرسیون خطی برآورد و نتایج استنباط پارامترهای $\beta = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p]^T$ را در الگوی (۵) فراهم می‌کند.

$$Y_n = \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \dots + \beta_p x_{np} + Z_n = (x_{n1}, \dots, x_{np})\beta + Z_n \quad (5)$$

در این الگو متغیر تصادفی، Y_n نمایش پاسخ در حالت n ام با $n = 1, 2, \dots, N$ است که از دو قسمت قطعی و تصادفی (خطا) تشکیل می‌شود. مولفه قطعی (یعنی $\beta(x_{n1}, \dots, x_{np})$) به پارامتر β و متغیرهای مستقل (پیش‌گو) x_{np} ، $p = 1, 2, \dots, P$ ، بستگی دارد. مولفه تصادفی یا خطا، اخلاقی است که انحراف پاسخ را در آن حالت بیان می‌کند. بالانویس T نشان دهنده ترانزاده ماتریس است. صورت ماتریسی رگرسیون خطی چند متغیره مطابق رابطه (۶) است که معمولاً از نماد ماتریسی استفاده می‌شود [۱۲ و ۱۳].

$$Y = X\beta + Z \quad (6)$$

فرض‌های پایه زیر برای برازش الگوی رگرسیونی پذیرفته می‌شود. معدل خطاها صفر است ($E[Z] = 0$)، واریانس خطاها ثابت است ($Var(Z) = \sigma^2 I$). خطاها دویه دو مستقل‌اند. متغیر پاسخ به صورت نرمال توزیع شده است [۱۴]. بنابراین باید برقراری این فرض‌ها را در هنگام تحلیل داده‌ها آزمون کرد. افزون بر این آزمون همخطی و داده پرت نیز باید انجام شود.

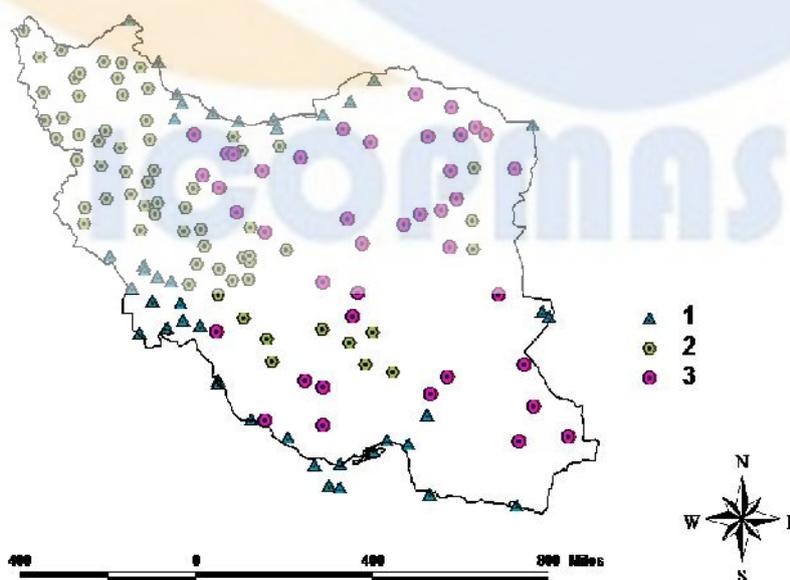
نرم افزارهای مورد استفاده

نرم‌افزار "R. ۱۲، ۱" برای خوشه‌بندی استفاده شده است (www.r-project.org). نقشه خوشه‌بندی ایران با نرم‌افزار "ArcView" رسم و ارائه شده است. نرم‌افزار SPSS. ۱۸ برای الگوبندی رطوبت نسبی روزانه استفاده شده است.

بحث و نتیجه گیری

خوشه سواحلی

فرزند (۱۳۹۰) خوشه‌بندی ۱۴۹ ایستگاه همدید ایران با شش متغیر دما، بارش، تبخیر، رطوبت نسبی و دامنه تغییرات دمای سالانه، ارتفاع ایستگاه و سه نمایه اقلیم‌بندی دومارتن، ایوانف و تورنت وایت با روش افزایشی میانه محور انجام داد [۱۵]. آزمون‌های مناسب مانند عرض سیلهوت، همگنی و همنوایی گشتاورهای خطی برای قبول خوشه‌بندی به کار گرفته شد. ایران به سه خوشه تقسیم که اولین خوشه سواحلی است (شکل ۱). خوشه سواحلی شامل ۴۱ ایستگاه همدید است که می‌تواند رطوبت نسبی ساعتی، دمای ساعتی و بارش روزانه را اندازه‌گیری کند.



شکل ۱- نمایش نموداری نقطه‌ای خوشه بندی ایران به سه ناحیه. خوشه سواحلی با مثلث مشخص شده

نمونه گیری

حجم داده‌های ۴۱ ایستگاه بسیار زیاد است. به ناچار از نمونه گیری استفاده شده است [۱۶]. روش سیستماتیک دوری در این تحقیق با توجه به حجم نمونه و حجم جامعه انتخاب شده که با بسته‌های نرم افزاری R صورت گرفته است. بسته‌های نرم افزاری و برنامه نویسی برای نیل به هدف دلخواه استفاده شده است. تعداد ۸ ایستگاه به روش نمونه‌گیری سیستماتیک دوری برای خوشه سواحلی انتخاب شده است. تعداد ۴۸۰۰۰ روز رطوبت نسبی ساعتی به عنوان نمونه انتخاب شد که بین ماه‌های مختلف تقسیم و سهم هر ماه حدود ۴۰۰۰ روز داده‌های رطوبت نسبی ساعتی به دست آمد. نام، موقعیت جغرافیایی و ارتفاع این ایستگاه‌ها در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های همدید تحلیل شده

نام ایستگاه	آستارا	بوشهر	رامسر	بندرلنگه	کیش	گنبدکاووس	مراوه تپه	زابل
ارتفاع (متر)	-۱۸	۵۰/۸	-۳۰	۲۲/۷	۳۰	۳۳/۳	۴۶۰	۴۸۹/۲
عرض جغرافیایی	۳۸° ۲۵'	۲۸° ۹۸'	۳۶° ۵۴'	۲۶° ۵۳'	۲۶° ۵۰'	۳۷° ۱۵'	۳۷° ۵۴'	۳۱° ۰۳'
طول جغرافیایی	۴۸° ۵۲'	۵۰° ۸۳'	۵۰° ۴۰'	۵۴° ۸۳'	۵۳° ۹۸'	۵۵° ۱۰'	۵۵° ۵۷'	۶۱° ۴۸'
سال تاسیس	۱۹۸۶	۱۹۵۱	۱۹۵۵	۱۹۶۶	۱۹۷۶	۱۹۹۵	۱۹۹۳	۱۹۶۹

تحلیل رگرسیون

رگرسیون خطی چندمتغیره برای الگوبندی انتخاب شد. هدف به دست آوردن رابطه رگرسیونی بین RH_d (متغیر پاسخ) و عوامل دیگر به عنوان متغیرهای پیشگوست. متغیرهای پیشگو عبارت‌اند از رطوبت نسبی ساعات ۳، ۹ و ۱۵ گریونج (RH_3, RH_9, RH_{15})، متوسط رطوبت نسبی روز قبل (RH_Y)، سه متغیر دمای حداقل، حداکثر و متوسط روزانه ($T_{min}, T_{max}, T_{mean}$) به سانتی‌گراد و بارش روزانه (RAIN) به میلی‌متر است. RH_{ad} با انتگرال‌گیری سیمسون و از روی داده‌های ساعتی مطابق رابطه (۴) حساب شده است. ابتدا غربال داده‌ها انجام که این کار منجر به حذف تعدادی از داده‌ها شد. تعداد داده‌های مشکوک حذف شده حدود ۱۵٪ کل داده‌هاست. چون هدف به دست آوردن الگو برای هر ماه است، لذا داده‌های قابل قبول برای هر ماه تفکیک شدند تا الگوهای مناسب بر داده‌های هر ماه برآش داده شود. حدود ۳۵۰۰ داده-روز برای هر ماه در تحلیل شرکت داده شدند. این غربال برای انجام رگرسیون لازم و پشتوانه خوبی برای نتایج حاصل از تحلیل داده‌هاست. الگوهای مختلف رگرسیونی خطی و غیرخطی (خطی پذیر) با نرم‌افزار SPSS.۱۸ به روش گام به گام بر داده‌های مربوط به ماه‌های مختلف و سالانه به طور مجزا برآش داده شد. نتایج نهایی سیزده الگوی برتر سالانه و ماهانه است که به همراه آماره‌های مهم در جدول (۲) آمده اند.

جدول ۲- الگوهای نهایی ماهانه و سالانه متوسط رطوبت نسبی روزانه در اقلیم سواحلی به همراه آماره های اصلی

ماه	الگوی نهایی متوسط رطوبت نسبی روزانه	AdjR ²	.Std Err	Durbin-Watson	VIF	F	P-valu
Jan	$RH_d = ۳/۳۵ + ۰/۲۸RH_3 + ۰/۲۵RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} + ۰/۰۲RH_Y$	۰,۹۹۰	۱,۴۰	۱,۸۹۳	<۳,۵	۱,۰۰۹E۵	۰,۰۰۰
Feb	$RH_d = ۳/۶ + ۰/۲۷RH_3 + ۰/۲۴RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} + ۰/۰۲RH_Y$	۰,۹۹۲	۱,۳۹	۱,۹۲۷	<۳,۷	۱,۰۰۳E۵	۰,۰۰۰
Mar	$RH_d = ۱۴/۷ + ۰/۲۵RH_3 + ۰/۲۵RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} - ۰/۰۲T_{max} + ۰/۰۵RH_Y$	۰,۹۷۸	۲,۵۲	۱,۷۹۴	<۴,۷	۳,۹۶۶E۴	۰,۰۰۰
Apr	$RH_d = ۵/۸ + ۰/۲۸RH_3 + ۰/۲۳RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} - ۰/۰۱۲T_{max} - ۰/۰۷T_{min} + ۰/۰۵RH_Y - ۰/۰۲RAIN$	۰,۹۹۴	۱,۴۲	۱,۸۵۴	<۸,۱	۸,۸۷۳E۴	۰,۰۰۰
May	$RH_d = ۵/۸ + ۰/۲۷RH_3 + ۰/۲۳RH_9 + ۰/۲۸RH_{15} + ۰/۰۸RH_Y - ۰/۰۷T_{max} - ۰/۰۲RAIN$	۰,۹۹۵	۱,۴۳	۱,۸۱۹	<۷,۵	۱,۱۹۹E۵	۰,۰۰۰
Jun	$RH_d = ۷/۰۵ + ۰/۲۸RH_3 + ۰/۲۳RH_9 + ۰/۳۶RH_{15} - ۰/۰۵T_{max} + ۰/۰۱RH_Y - ۰/۰۱T_{max} - ۰/۰۲RAIN$	۰,۹۸۲	۲,۴۴	۱,۶۷۵	<۶,۹	۴,۰۰۳E۴	۰,۰۰۰
Jul	$RH_d = ۵/۵ + ۰/۳۲RH_3 + ۰/۲۱RH_9 + ۰/۳۷RH_{15} + ۰/۰۱RH_Y - ۰/۰۱۲T_{mean}$	۰,۹۹۳	۱,۴۵	۱,۸۳۵	<۸,۲	۱,۱۲۱E۵	۰,۰۰۰
Aug	$RH_d = ۱/۶۲ + ۰/۳۲RH_3 + ۰/۲۳RH_9 + ۰/۳۷RH_{15} + ۰/۰۱RH_Y - ۰/۰۲T_{mean} - ۰/۰۱RAIN$	۰,۹۹۴	۱,۴۰	۱,۷۴۸	<۹,۶	۱,۰۰۳E۵	۰,۰۰۰
Sep	$RH_d = ۰/۲۴ + ۰/۲۸RH_3 + ۰/۲۴RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} - ۰/۰۴T_{mean} + ۰/۰۴RH_Y$	۰,۹۹۵	۱,۳۸	۱,۷۹۰	<۷,۳	۱,۴۳۷E۵	۰,۰۰۰
Oct	$RH_d = ۱/۵ + ۰/۲۸RH_3 + ۰/۲۳RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} + ۰/۰۴RH_Y$	۰,۹۹۵	۱,۳۶	۱,۷۷۹	<۷,۲	۱,۹۲۴E۵	۰,۰۰۰
Nov	$RH_d = ۱/۸ + ۰/۲۷RH_3 + ۰/۲۴RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} + ۰/۰۴RH_Y + ۰/۰۲T_{min}$	۰,۹۹۳	۱,۳۹	۱,۸۳۳	<۵,۲	۱,۱۸۹E۵	۰,۰۰۰
Dec	$RH_d = ۲/۷ + ۰/۲۸RH_3 + ۰/۲۵RH_9 + ۰/۴۲RH_{15} + ۰/۰۴RH_Y$	۰,۹۹۱	۱,۴۱	۱,۹۱۴	<۳,۶	۱,۰۰۶E۵	۰,۰۰۰
Annual	$RH_d = -۹/۷۶ + ۰/۲۷RH_3 + ۰/۲۵RH_9 + ۰/۳۹RH_{15} - ۰/۰۲T_{min} + ۴/۰۱۸Log(RH_Y)$	۰,۹۹۵	۱,۴۱	۱,۷۹۷	<۵,۹	۱,۶۵۰E۶	۰,۰۰۰

چون نتایج تحلیل ۱۳ الگو پرجم است، به همین دلیل ماه آوریل به طور تصادفی انتخاب و تحلیل الگوی منتخب آن به شرح زیر به عنوان نمونه ارائه می‌شود. نتایج تحلیل داده‌های این ماه در جداول (۳) تا (۶) و نمودارهای (۲) و (۴) ارائه شده‌اند. ضرایب تعیین و اصلاح شده (Adj-R²) در جدول (۳) آمده است. ضریب تعیین اصلاح شده مربوط به الگوی پذیرفته شده (ردیف هفتم جدول) مساوی ۰/۹۹۴ است که نشان دهنده قدرت خوب الگوست. زیرا فقط ۰/۰۶٪ تغییرات متغیر پاسخ توسط متغیرهای پیشگو بیان نمی‌شود. مقدار کم انحراف استاندارد برآورد (۱/۴۲۷) نیز مؤید قوی بودن الگوست. مقادیر موجود در داخل جدول تحلیل واریانس (جدول ۴) نیز نشان دهنده ضرورت وجود متغیرهای پیشگو در الگوست که به نوعی مترادف با آزمون معنی داری ضریب تعیین است (مقدار آماره F=۸۸۷۳۰، با مقدار احتمال خطای تقریباً صفر) است. ضرایب الگو در جدول (۵) به همراه خطای استاندارد آنها و مقادیر احتمال مربوط آمده است که نشان از حضور قوی متغیرهای پیشگوی شرکت کننده در الگو دارد. آماره‌های VIF (عامل تورم واریانس) عدم هم خطی متغیرهای پیشگو را نشان می‌دهند، زیرا کمتر از ۱۰ هستند (ستون آخر جدول ۵).

جدول ۳- ضریب تعیین الگوهای ماه آوریل

Model	R	R Square	Adj. R Square	Std. Error	Durbin-Watson
1	۰/۹۶۰	۰.۹۲۱	۰.۹۲۱	5.31855	
2	۰/۹۸۵	۰.۹۷۰	۰.۹۷۰	3.27325	
3	۰/۹۹۷	۰.۹۹۳	۰.۹۹۳	1.55458	
4	۰/۹۹۷	۰.۹۹۴	۰.۹۹۴	1.46874	
5	۰/۹۹۷	۰.۹۹۴	۰.۹۹۴	1.44371	
6	۰/۹۹۷	.۹۹۴	۰.۹۹۴	1.43174	
7	۰/۹۹۷	۰.۹۹۴	۰.۹۹۴	1.42712	1.854

جدول ۴- تجزیه واریانس الگوهای مختلف برای ماه آوریل

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1265035.582	7	180719.369	۸۸۷۳۰	۰/۰۰۰
Residual	7213.895	3542	2.037		
Total	1272249.477	3549			

جدول ۵- جدول ضرایب الگو، آماره t و اندازه احتمال الگوی ماه آوریل

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	5.803	.272		21.340	.000		
RH ^{۱۰}	.394	.003	.437	148.231	.000	.184	5.434
RH ^۳	.281	.003	.260	110.123	.000	.288	3.470
RH ^۹	.230	.003	.289	87.806	.000	.148	6.767
SIM_Y	.053	.003	.053	18.308	.000	.192	5.204
TMAX	-.121	.009	-.051	-14.249	.000	.124	8.092
TMIN	.070	.008	.020	8.659	.000	.289	3.459
RAIN	-.031	.006	-.007	-4.894	.000	.846	1.182

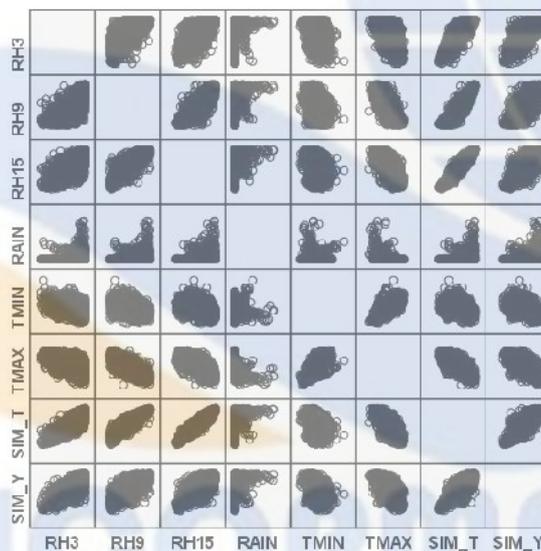
برقراری فرض‌های پایه در خصوص باقی مانده‌ها اساس قبول الگوست که باید بررسی شوند. جدول (۶) رفتار باقی مانده‌ها را نشان می‌دهد. داده پرت مشاهده نمی‌شود. معیار، باقی مانده‌های حذف شده استیودنتایز^۷ است (ردیف نهم جدول ۶). دامنه این باقی مانده‌ها بازه [۲/۲۷, ۲/۲۹] - است. فاصله کوک (ردیف یازدهم جدول ۶) در دامنه مناسبی قرار دارد. مقادیر اهرم گون (ردیف دوازدهم) نیز نشان از رفتار خوب باقی مانده‌هاست. شکل (۲) نمودار ماتریسی پراکنش متغیرهای ورودی در الگو و رفتار آن‌ها را نسبت به هم نشان می‌دهد. شکل (۳) نمودار مستطیلی و چندکی باقی مانده‌هاست که نشان از پیروی باقی مانده‌ها از توزیع نرمال دارد. شکل (۴) نمودار پراکنش باقی مانده‌های حذف شده استیودنتایز در مقابل

۶ - Variance Inflection Factor
۷ - Studentized

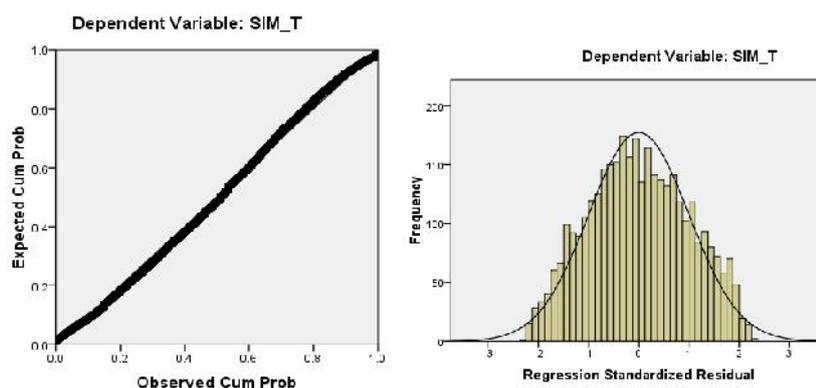
متغیرپاسخ است. این نمودار نشان می‌دهد که پراکندگی نقاط در یک نوارمستطیلی افقی قرار دارد. بنابراین واریانس پایاست و نیاز به تبدیل الگو یا موارد پایایی واریانس احساس نمی‌شود.

جدول ۶- مشخصات باقیمانده های الگوی ماه آپریل

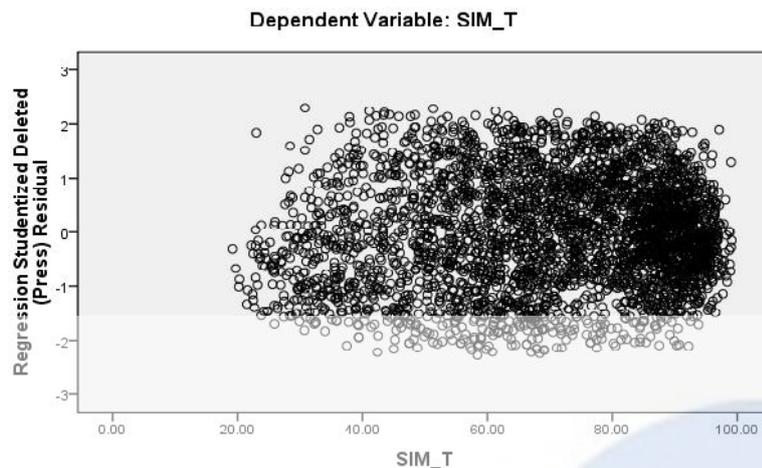
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	19.6398	99.9275	70.2981	18.87984	3550
Std. Predicted Value	-2.683	1.569	.000	1.000	3550
Standard Error of Predicted Value	.026	.331	.063	.024	3550
Adjusted Predicted Value	19.6422	99.9303	70.2981	18.87959	3550
Residual	-3.23874	3.27243	.00000	1.42571	3550
Std. Residual	-2.269	2.293	.000	.999	3550
Stud. Residual	-2.273	2.296	.000	1.000	3550
Deleted Residual	-3.24860	3.28215	.00000	1.42906	3550
Stud. Deleted Residual	-2.274	2.298	.000	1.000	3550
Mahal. Distance	.194	189.389	6.998	9.154	3550
Cook's Distance	.000	.025	.000	.001	3550
Centered Leverage Value	.000	.053	.002	.003	3550



شکل ۲- نمودار پراکنش ماتریسی رفتار متغیرهای ورودی الگو در برابر یکدیگر برای ماه آپریل



شکل ۳- نمودار مستطیلی (راست) و چندکی (چپ) باقی مانده های استاندارد شده ماه آپریل



شکل ۴- نمودار پراکنش باقی مانده‌های استاندارد شده ماه آوریل در مقابل رطوبت نسبی روزانه به روش سیمسون (SIM_T)

اینک می‌توان الگوی رطوبت‌نسبی روزانه را برای ماه آپریل با توجه به جدول (۳) به صورت رابطه (۷) نوشت.

$$RH_d = 5/8 + 0/28RH_3 + 0/23RH_4 + 0/4RH_{15} - 0/12T_{max} - 0/07T_{min} + 0/05RH_Y - 0/03RAIN \quad (7)$$

موارد زیر از این الگو استنباط می‌شود. ۱- نسبت ضریب RH_{15} به ضرایب RH_3 و RH_4 به ترتیب برابر $1/4$ و $1/7$ است که اهمیت بیشتر RH_{15} را در الگو نشان می‌دهد. این اهمیت در کلیه الگوهای ماهانه و سالانه برقرار است. ۲- الگوی ارائه شده توسط دانشگاه آرگون (رابطه ۲) تاکید براهمیت بیشتر رطوبت‌نسبی صبح (ساعت ۳) دارد. این موضوع با نتایج رابطه (۷) در تناقض است. ۳- الگوهای رابطه (۱) و (۲) بدون عرض از مبدا هستند. یعنی رطوبت‌نسبی روزانه می‌تواند صفر شود. در حالیکه الگوی (۷) این مطلب را قویا رد می‌کند. این موضوع از نظر فیزیکی نیز تایید می‌شود. زیرا هیچگاه رطوبت‌نسبی در نواحی سواحلی صفر نمی‌شود.

واسنجی و مقایسه الگوهای مرسوم قدیمی (رابطه ۱) و الگوی آرگون (رابطه ۲) با ۱۳ الگوی ارائه شده در این مقاله انجام شده است. داده‌های جدول (۷) این مقایسه را برای الگو نشان می‌دهد. میانگین مربع خطا (MSE) معیار کارایی سه الگو است. مقادیر MSE_1 ، MSE_2 و MSE_3 به ترتیب میانگین مربع خطا برای الگوی قدیمی (رابطه ۱)، الگوی آرگون (رابطه ۲) و ۱۳ الگوی مقاله حاضر است. جدول (۷) نشان می‌دهد که MSE سیزده الگو کمترین خطا را دارد. MSE الگوهای جدید برای ۱۳ الگو تقریباً $0/1$ الگوی آرگون و نصف الگوی قدیمی است که نشان از دقت بالای الگوهای جدید ارائه شده دارد. بنابراین الگوهای ارائه شده در این مقاله برتری خود را نشان می‌دهند.

جدول ۷- مقایسه معدل رطوبت نسبی به روش‌های معمول و روش پیشنهاد شده در این مقاله با محاسبه MSE

ماه	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
MSE_1	۳/۱	۳/۵	۳/۷	۳/۵	۳/۴	۳/۲	۳/۴	۲/۸	۳/۴	۲/۹	۳/۲	۳/۲	۳/۲
MSE_2	۲۰/۸	۲۳/۲	۲۴/۹	۲۵/۵	۲۲/۹	۲۰/۳	۱۶/۶	۱۴/۲	۱۶/۶	۱۷/۲	۱۹/۱	۲۱/۲	۲۰/۶
MSE_3	۱/۹	۱/۹	۲/۰	۲/۱	۲/۱	۲/۳	۲/۱	۲/۰	۱/۷	۲/۳	۱/۹	۲/۰	۱/۹

نتیجه‌گیری

هدف مقاله حاضر ارائه الگوهای محاسبه رطوبت‌نسبی روزانه برای منطقه سواحلی از روی داده‌های ساعتی رطوبت و عوامل دیگر مانند دما و بارش است. این ناحیه به روش خوشه بندی افزایی میانه محور به دست آمده است. ایستگاه‌های این خوشه هم‌دید و به تعداد ۴۱ عدد است. چون رطوبت نسبی ساعتی این ایستگاه‌ها حجم زیادی دارد، لذا یک نمونه به حجم ۸ ایستگاه با روش سیستماتیک انتخاب و داده‌های ساعتی آن استخراج شد. داده‌های ماه‌های مختلف تفکیک و الگوهایی برای هر ماه و همچنین سالانه با رگرسیون چندگانه خطی و غیرخطی تبیین و ارائه شدند (جدول ۲). نرم‌افزار مورد استفاده Spss.۱۸ و به روش گام به گام است. تعیین الگو بعد از غربال داده‌ها انجام شد. غربال نشان داد که ۱۵٪ از داده‌های خوشه سواحلی مشکوک و نادرست‌اند. سیزده الگوی مجزا برای دوازده ماه و سالانه در پایان به دست آمد (جدول ۲). یک ماه به تصادف انتخاب (ماه آوریل) و مراحل الگوبندی آن به عنوان نمونه تشریح شد (جدول ۳ تا ۶ و شکل‌های ۲ تا ۴). تبدیلاتی برای افزایش قدرت الگو نیز روی بعضی از متغیرهای پیشگو و در بعضی از ماه‌ها انجام شد. جدول (۲) نشان می‌دهد که رطوبت نسبی روزانه در اکثر ماه‌ها به لگاریتم رطوبت نسبی روز قبل (RH_Y) بستگی دارد. مقایسه و واسنجی الگوهای ارائه شده در این مقاله با الگوهای مرسوم قدیمی و آرگون

(رابطه ۲) با معیار مقایسه MSE نشان از دقت بیشتر الگوهای ارائه شده در این مقاله دارد (جدول ۷). تمام الگوها وجود عرض از مبدا را تایید می‌کند که از نظر فیزیکی نیز معقول است. زیرا رطوبت نسبی صفر عملاً در اقلیم سواحلی امکان پذیر نیست. افزون بر این رطوبت نسبی ساعت ۱۵ بیشترین تاثیر را در برآورد رطوبت نسبی روزانه دارد. این موارد با الگوهای مرسوم و آرگون مغایرت دارد. الگوهای جدول (۲) با توجه به موارد ذکر شده برای مناطق سواحلی ایران پیشنهاد می‌شود. MSE الگوهای جدید برای کلیه ماه‌ها و سالانه تقریباً ۰/۱ الگوی آرگون و نصف الگوی قدیمی است که نشان از دقت بالای الگوهای جدید ارائه شده دارد. بنابراین خطاهای برآورد رطوبت نسبی را می‌توان با به‌کارگیری این الگوها به‌جای الگوهای قدیمی و مرسوم کاهش داد.

مراجع

- (۱) آرشیو وزارت نیرو.
- (۲) سالنامه های آماری، سازمان هواشناسی کشور.
- (۳) Yao, A. Y. M. ۱۹۷۴. A Statistical Model For Relative Humidity, Environmental Data Service, NOAA, Washington, D.C. ۲۰۲۳۵: ۱۴-۲۳.
- (۴) Daly, C., and Taylor, G., ۲۰۰۸, United States Average Monthly or Annual Relative Humidity, ۱۹۶۱-۹۰, Oregon, USA, Spatial Climate Analysis Service at Oregon State University (SCAS/OSU).
- (۵) Day, P. C. ۱۹۱۷, Relative Humidities and Vapor Pressures over the United States, including a Discussion of Data from Recording University of Chicago Press, , ۳۷۵ pp. (ref. on page ۲۴۲).
- (۶) Blanc, M. L. ۱۹۶۱, A Comparison of Methods for Computing Daily Mean Values of ۶۶ Dry Bulb Temperatures, Dew Point, and Relative Humidity, Monthly Weather Review, vol. ۸۹, ۱۰: ۴۰۱-۴۱۰.
- (۷) Court, Arnold. And David. Waco, ۱۹۵۶. Means and midranges of relative humidity. Monthly wether review vol. ۹۳, ۸: ۵۱۷-۵۲۲.
- (۸) بختیاری، سعید، ۱۳۸۳. اطلس گیئاشناسی استانهای ایران. موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
- (۹) پایگاه اطلاع رسانی سازمان هواشناسی کشور (www.irimo.ir)
- (۱۰) توتونیان، فائزه. ۱۳۷۱. روش های محاسبات عددی برای رشته های کامپیوتر، مهندسی و ریاضی، انتشارات خراسان.
- (۱۱) حبیبی، محسن، حجت، رضایی پزند و محبوبه، فرزندی، ۱۳۸۷. الگوی برآورد دمای متوسط روزانه در مناطق خشک و نیمه خشک ایران. مجله علمی پژوهشی تحقیقات منابع آب ایران، ۴ (۱): ۷۰ تا ۷۴.
- (۱۲) رضایی پزند، حجت و بزرگ نیا، ابوالقاسم، ۱۳۸۰، تحلیل رگرسیون غیرخطی و کاربردهای آن، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- (۱۳) R. J. Freund, W. J. Wilson and P. Sa, ۲۰۰۶, Regression Analysis Statistical Modeling of a Response Variable, ۲nd ed., Elsevier, pp ۴۸۱.
- (۱۴) D.A. Belsley, E. Kuh, and R.E. Welsch, ۲۰۰۴, Regression diagnostics, Identifying Influential Data and Sources of Collinearity. , ۲nd ed., John Wiley & Sons, pp ۳۱۴.
- (۱۵) فرزندی، محبوبه، ۱۳۹۰، تصحیح الگوی برآورد متوسط رطوبت نسبی روزانه برای ماه‌های مختلف در اقلیم‌های متفاوت، پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- (۱۶) ارقامی، ن.ر، سنجرى، بزرگ نیا، الف، ۱۳۸۰، مقدمه ای بر بررسی های نمونه ای، چاپ چهارم، دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۳۵ صفحه.

A Pattern to Estimate the Average Daily Relative Humidity in Iranian Coastal Regions

M. Farzandi

Ms in Agricultural Meteorology

Mhb_farzandi@yahoo.com

H. Sanei Najad

Assistant professor, Ferdousi University, Mashhad

sanaeian@gmail.com

H. Rezaei Pajand

Tutor, Islamic Azad University, Mashhad Branch

hrpazhand@yahoo.com

B. Ghahreman

Professor, Ferdousi University, Mashhad

bijangh@ferdowsi.um.ac.ir

Abstract:

The calculation of daily relative humidity can be approximately done using some patterns. Two old patterns are the most common ones: the average of three standard hours (3, 9, and 15 Greenwich) - and the pattern introduced by Argon University (the sum of 0.65 percent relative humidity at 3 o'clock and 0.35 percent relative humidity at 15 o'clock Greenwich). The purpose of the present research is to present more accurate patterns for estimating daily relative humidity from humidity of Iranian local standard hours and daily precipitation variables, the minimum, maximum and average daily temperature in coastal regions. The applied synoptic stations in this area were 41 stations, which after screening and clustering, whole the synoptic stations in Iran (289 stations) were resulted. The purpose was to present linear patterns (nonlinear) of daily relative humidity separately for different months (12 patterns) and yearly in coastal regions (Caspian, Persian Gulf, and Oman Sea). The systematic sampling plan was used for selection of the appropriate sample. The result was 3500 days of hourly data as sample for each month after screening. Various statistical tests and pathology were done on the patterns and the best pattern for each month and year was obtained (13 patterns).

Key words: regression pattern, daily relative humidity, Iranian coastal regions, systematic sampling, Persian Gulf