



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه کارشناسی ارشد

تصحیح الگوی برآورد متوسط رطوبت نسبی روزانه برای ماه‌های مختلف در اقلیم‌های متفاوت

محبوبه فرزندی

شهریور ۱۳۹۰



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

تصحیح الگوی برآورد متوسط رطوبت نسبی روزانه برای ماه‌های مختلف در اقلیم‌های متفاوت

محبوبه فرزندی

استاد راهنما

دکتر سید حسین ثنایی نژاد

استادان مشاور

دکتر بیژن قهرمان

مهندس حجت رضایی پزند

شهریور ۱۳۹۰

چکیده

روش برآورد رطوبت نسبی روزانه از روی رطوبت ساعت های استاندارد ۳، ۹ و ۱۵ گرینویچ روش اصلی و مرسوم است. قدمت این روش ها به نیمه های قرن بیستم می رسد. اشکالات زیر در این روابط دیده می شوند:

- ۱- روابط ارائه شده رفتار رطوبت نسبی روزانه را متقارن فرض می کنند، در حالیکه نامتقارن است. ۲- این ساعتها فقط نیمی از شبانه روز را شامل می شود. ۳- در این روشها طبقه بندی اقلیمی رعایت نشده اند. ۴- روابط ارائه شده برای کل سال پیشنهاد شده و رفتار ماهانه را در نظر نمی گیرد. طبیعی است که این روشها همراه با خطا باشند. ارائه روش های جدید که بتوانند ضعف های چهارگانه فوق را کاهش دهند هدف اصلی این رساله است. ابتدا یک خوشه بندی علمی برای مشخص کردن اقلیم های مختلف انجام گرفت. خوشه بندی ایران بر اساس داده های سالانه رطوبت نسبی، دما، بارش، ارتفاع، دامنه تغییرات دما، تبخیر و هم چنین با استفاده از نمایه های سه روش اقلیم بندی دومارتن، ایوانف و تورنت ویت نیز انجام و ایران به سه خوشه اصلی افراز شد. ناحیه بندی با روش های مختلف صورت گرفته و روش افرازی میانه محور جواب مساعدی ارائه داد. ضرایب همبستگی کوفنتیک و عرض سیلهوت برای اعتبار سنجی به کار گرفته شد. همگنی و همنوایی خوشه ها با روش گشتاورهای خطی آزمون و مورد پذیرش قرار گرفتند. نرم افزار "R" برای تحلیل ها استفاده شد. نقشه نواحی سه خوشه ایران در محیط "GIS" تهیه و ارائه گردید. داده های ساعتی ۱۴۹ ایستگاه همدید برای تحلیل در نظر گرفته شدند و نمونه گیری با طرح سیستماتیک دوری در اقلیم های مختلف انجام و الگوهای مختلف در مقیاس ماه و سال برای هر اقلیم با نرم افزار "Spss.18" بر داده ها برآزش داده شد. الگوی برتر با بررسی آماره های لازم و تحلیل باقی مانده ها انتخاب شدند. ۳۹ الگو در نهایت برای سه اقلیم در مقیاس ماه و سال ارائه گردید. واسنجی و مقایسه این الگوها (با معیار MSE) با الگوهای مرسوم قدیمی انجام گرفت که نشان دهنده از برتری و تولید خطای کمتر این ۳۹ الگو بود.

کلید واژه ها : رطوبت نسبی، خوشه بندی ایران، افرازی میانه محور، همگنی و همنوایی، الگوهای رگرسیونی.

سپاسگزاری

خدای را سپاس می‌گوییم که پایان نامه کارشناسی ارشد اینجانب با عنایت خاصه ولی نعمت‌مان حضرت علی بن موسی الرضا (ع) و همکاری و ارائه طریق اساتید محترم راهنما و مشاور به اتمام رسید. تلاش و زحمات آنان را به پاس محبت‌هایشان و حدیث شریف نبوی

لا یشکرالله من لا یشکرالناس

سپاس می‌گوییم.

امید است این نوآوری بتواند نقطه آغازینی برای برداشتن گام‌های بلندتر و موثرتری در راستای گسترش فعالیت‌های علمی باشد.

انشاء...!

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱- پیشگفتار.....	۱
۱-۲- ضرورت انجام پژوهش.....	۲
۱-۳- هدف از انجام پژوهش.....	۳
۱-۴- روش پژوهش.....	۴
فصل دوم: بررسی منابع.....	۷
۱-۲- کلیات.....	۷
۲-۲- پیشینه برآورد رطوبت نسبی.....	۹
۳-۲- خوشه بندی.....	۱۳
فصل سوم: مواد و روش ها.....	۲۱
۱-۳- رطوبت نسبی.....	۲۱
۱-۱-۳- اندازه گیری و محاسبه رطوبت نسبی.....	۲۲
۲-۳- منطقه مورد مطالعه و داده ها.....	۲۳
۳-۳- خوشه بندی.....	۲۴
۱-۳-۳- انواع خوشه بندی سلسله مراتبی.....	۲۴
۲-۳-۳- خوشه بندی افرازی.....	۲۵
۲-۳-۴- خوشه بندی افرازی میانه محور.....	۲۶
۱-۲-۳-۴- قطر خوشه.....	۲۷

- ۲۷..... ۲-۳-۴-۲- تفکیک یک خوشه.....
- ۲۷..... ۲-۳-۴-۳- متوسط فاصله میانه.....
- ۲۷..... ۲-۳-۴-۴- بیشترین فاصله به میانه.....
- ۲۸..... ۳-۳-۳- خوشه بندی پیوندی.....
- ۲۸..... ۴-۳-۳- خوشه بندی فازی.....
- ۲۸..... ۴-۳-۴- اعتبارسنجی خوشه بندی.....
- ۲۹..... ۳-۴-۱- ضریب همبستگی کوفنتیک.....
- ۲۹..... ۳-۴-۲- عرض سیلهوت.....
- ۳۰..... ۳-۵-۵- آزمون‌های همگنی براساس روش گشتاورهای خطی.....
- ۳۱..... ۳-۵-۱- اندازه ناهمناوی.....
- ۳۲..... ۳-۵-۲- اندازه ناهمگنی.....
- ۳۴..... ۳-۶-۶- روش‌های نمونه‌گیری.....
- ۳۴..... ۳-۶-۱- نمونه‌گیری سیستماتیک.....
- ۳۵..... ۳-۶-۲- تعیین حجم نمونه.....
- ۳۷..... ۳-۷-۷- الگوهای رگرسیونی.....
- ۳۷..... ۳-۷-۱- الگوی رگرسیون خطی.....
- ۳۸..... ۳-۷-۲- پذیره‌های پایه.....
- ۳۹..... ۳-۸-۸- محاسبه متوسط واقعی رطوبت نسبی روزانه با انتگرال‌گیری.....
- ۴۰..... ۳-۹-۹- نرم افزارها.....
- ۴۰..... ۳-۱۰-۱۰- اقلیم بندی.....
- ۴۱..... ۳-۱۱-۱۱- روش پژوهش.....

فصل چهارم: نتایج و بحث	۴۳
۴-۱- کلیات	۴۳
۴-۲- خوشه بندی ایران	۴۳
۴-۲-۱- خوشه اول (نوار ساحلی)	۵۲
۴-۲-۱- خوشه دوم (کوهستانی)	۵۳
۴-۲-۱- خوشه سوم (بیابانی-نیمه بیابانی)	۵۳
۴-۳- نقشه خوشه بندی ایستگاه های سینوپتیک ایران	۵۲
۴-۳-۱- تغییرات رطوبت نسبی روزانه در سه خوشه	۵۵
۴-۴- محاسبه حجم نمونه	۵۶
۴-۵- نمونه گیری به روش سیستماتیک	۵۷
۴-۶- الگوهای رگرسیونی	۵۸
۴-۷- تحلیل و الگوبندی داده های خوشه اول	۵۸
۴-۷-۱- غربال و محاسبه داده ها	۵۸
۴-۷-۲- برازش الگوهای رگرسیونی	۵۹
۴-۷-۳- تحلیل الگوی برازشی بر داده های ماه آوریل خوشه اول	۶۰
۴-۷-۴- واسنجی و مقایسه	۶۶
۴-۸- تحلیل و الگوبندی داده های خوشه دوم	۶۷
۴-۸-۱- غربال، برازش و مقایسه	۶۷
۴-۸-۲- تحلیل الگوی برازشی بر داده های ماه سپتامبر خوشه دوم	۶۸
۴-۹- تحلیل و الگوبندی داده های خوشه سوم	۷۳
۴-۹-۱- غربال، برازش و مقایسه	۷۳

۷۴.....۲-۹-۴- تحلیل الگوی برازشی بر داده‌های ماه دسامبر خوشه سوم.....

۸۲..... فصل پنجم: نتیجه گیری.....

۸۲.....۱-۵- نتیجه گیری.....

۸۶.....۲-۵- پیشنهادات.....

۸۸..... فصل ششم: منابع.....

۸۸.....۱-۶- مراجع فارسی.....

۸۹.....۲-۶- مراجع انگلیسی.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱-۱- دیاگرام تغییرات ساعتی رطوبت نسبی..... ۳
- شکل ۱-۳-۱- دیاگرام درختی روش‌های خوشه بندی افرازی و سلسله مراتبی..... ۲۵
- شکل ۱-۴-۱- دیاگرام افرازی عرض سیلهوت ایستگاه‌های سه خوشه انتخابی به روش افرازی میانه محور..... ۴۶
- شکل ۲-۴-۲- دیاگرام میله‌ای (بی بعد) مقایسه متغیرهای دامنه دما، نمایه‌های اقلیمی و تبخیرسه خوشه ۵۲
- شکل ۳-۴-۳- دیاگرام میله‌ای (بی بعد) مقایسه متغیرهای ارتفاع، رطوبت نسبی، بارش، نمایه ایوانف و دمای سه خوشه..... ۵۲
- شکل ۴-۵- خوشه بندی ایران بر اساس خوشه بندی افرازی با سه خوشه..... ۵۴
- شکل ۴-۵- پهنه بندی ایران بر اساس خوشه بندی افرازی با سه خوشه..... ۵۵
- شکل ۴-۶- میانگین رطوبت نسبی ساعتی در کل دوره آماری ایستگاه‌های نمونه در هر خوشه..... ۵۵
- شکل ۴-۷- دیاگرام پراکنش ماتریسی رفتارمتغیرهای ورودی الگو در برابر یکدیگر..... ۶۱
- شکل ۴-۸- دیاگرام مستطیلی و چندکی باقی‌مانده‌های استانداردشده..... ۶۵
- شکل ۴-۹- دیاگرام پراکنش باقی‌مانده‌های استانداردشده ۶۵
- شکل ۴-۱۰- دیاگرام پراکنش ماتریسی رفتارمتغیرهای ورودی الگو در برابر یکدیگر..... ۶۹
- شکل ۴-۱۱- دیاگرام مستطیلی و چندکی باقی‌مانده‌های استانداردشده..... ۷۱
- شکل ۴-۱۲- دیاگرام پراکنش باقی‌مانده‌های استانداردشده ۷۲
- شکل ۴-۱۳- دیاگرام پراکنش ماتریسی رفتارمتغیرهای ورودی الگو در برابر یکدیگر..... ۷۵
- شکل ۴-۱۴- دیاگرام مستطیلی و چندکی باقی مانده های استاندارد شده..... ۷۹
- شکل ۴-۱۵- دیاگرام پراکنش باقی مانده های استاندارد شده..... ۷۹

فهرست جداول

- جدول ۳-۱- مقدار بحرانی اندازه ناهمنوایی به ازای حجم خوشه..... ۳۲
- جدول ۴-۱- پارامترهای خوشه بندی ایستگاه مشهد..... ۴۴
- جدول ۴-۲- نتایج روش های مختلف خوشه بندی شامل ضرایب کوفنتیک، عرض سیلهوت و آماره ناهمگنی ۴۴
- جدول ۴-۳- اطلاعات کلی سه خوشه انتخابی به روش افرازی میانه محور..... ۴۵
- جدول ۴-۴- نسبت های گشتاوری ناحیه ای برای سه خوشه پذیرفته شده براساس متغیرهای خوشه بندی..... ۴۶
- جدول ۴-۵- پارامترهای توزیع کاپای ۴ پارامتری برای سه خوشه پذیرفته شده..... ۴۷
- جدول ۴-۶- معیارهای همگنی هاسکینگ-والیس برای سه خوشه پذیرفته شده..... ۴۷
- جدول ۴-۷- نام و شماره ایستگاه های خوشه اول..... ۴۸
- جدول ۴-۸- ناهمنوایی ایستگاه های خوشه اول..... ۴۸
- جدول ۴-۹- نام و شماره ایستگاه های خوشه دوم..... ۴۹
- جدول ۴-۱۰- ناهمنوایی ایستگاه های خوشه دوم..... ۴۹
- جدول ۴-۱۱- نام و شماره ایستگاه های خوشه سوم..... ۵۰
- جدول ۴-۱۲- ناهمنوایی ایستگاه های خوشه سوم..... ۵۰
- جدول ۴-۱۳- آماره های میانگین و انحراف معیار متغیرهای نه گانه در تحلیل خوشه ای..... ۵۱
- جدول ۴-۱۴- حجم و سایر مشخصات نمونه های انتخابی برای نواحی سه گانه..... ۵۷

- جدول ۴-۱۵- نمونه‌ای از نتایج محاسبه میانگین رطوبت نسبی روزانه (روش سیمسون) و سایر آماره‌ها (ماه ژانویه) خوشه اول..... ۵۹
- جدول ۴-۱۶- نمونه‌ای از غربال داده‌ها برای رطوبت نسبی ساعات مختلف شبانروز. داده‌های مشکوک زمینه تیره دارند..... ۵۹
- جدول ۴-۱۷- آماره‌های اصلی الگوهای نهایی ماهانه و سالانه میانگین رطوبت نسبی روزانه در اقلیم سواحلی..... ۶۰
- جدول ۴-۱۸- خلاصه الگو..... ۶۱
- جدول ۴-۱۹- تحلیل واریانس..... ۶۲
- جدول ۴-۲۰- جدول ضرایب الگو، آماره t و اندازه احتمال..... ۶۳
- جدول ۴-۲۱- مشخصات باقیمانده‌ها..... ۶۴
- جدول ۴-۲۲- مقایسه معدل رطوبت نسبی به روش‌های معمول و روش پیشنهاد شده در این مقاله با محاسبه MSE..... ۶۶
- جدول ۴-۲۳- الگوهای نهایی و آماره‌های اصلی ماهانه و سالانه میانگین رطوبت نسبی روزانه در اقلیم کوهستانی..... ۶۸
- جدول ۴-۲۴- خلاصه الگو..... ۶۹
- جدول ۴-۲۵- تحلیل واریانس (ANOVA)..... ۷۰
- جدول ۴-۲۶- جدول ضرایب الگو، آماره t و اندازه احتمال..... ۷۰
- جدول ۴-۲۷- مشخصات باقیمانده‌ها..... ۷۱

جدول ۴-۲۸- مقایسه معدل رطوبت نسبی به روش های معمول و روش پیشنهاد شده در این مقاله با محاسبه MSE.....	۷۳
جدول ۴-۲۹- آماره های اصلی الگوهای نهایی ماهانه و سالانه میانگین رطوبت نسبی روزانه در اقلیم مرطوب سواحل دریای خزر.....	۷۴
جدول ۴-۳۰- خلاصه الگو.....	۷۵
جدول ۴-۳۱- تحلیل واریانس.....	۷۶
جدول ۴-۳۲- جدول ضرایب الگو، آماره t و اندازه احتمال.....	۷۷
جدول ۴-۳۳- مشخصات باقیمانده ها.....	۷۸
جدول ۴-۳۴- مقایسه معدل رطوبت نسبی به روش های معمول و روش پیشنهاد شده در این مقاله با محاسبه MSE.....	۸۰

علامت	معادل انگلیسی	معادل کامل فارسی
A	psycrometric coefficient	ضریب ایستگاهی
C	cloudiness degree	درجه ابرناکی
C _{md}	mean daily cluodiness	میانگین ابرناکی روزانه
C _{mp}	mean partial cluodiness	میانگین ابرناکی جزئی
CPCC	Cophenetic Correlation Coefficient	ضریب همبستگی کوفنتیک
D _i	Heterogeneity measure	اندازه ناهمنوائی
e _s	saturated water vapor pressure	فشاربخار اشباع
e _{sw}	saturated water vapor pressure at wet temperatu	فشاربخار اشباع در دمای تر
ETP	daily potential evapotranspiration	تبخیر تعرق پتانسیل روزانه
H	elevation	ارتفاع
H ₁	Homogeneity criteria	معیار ناهمگنی
MSE	mean sum of square errors	میانگین مجموع مربعات خطا
MST	Mountain Standard Time	ساعت رسمی امریکا و کانادا
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	نمایه نرمال شده پوشش گیاهی
p	air pressure	فشار هوا معادل

علامت	معادل انگلیسی	کامل فارسی
PCA	Principal Component Analysis	تحلیل مولفه های اصلی
P_d	saturated water vapor pressure at dry temperature	فشار بخار آب در دمای خشک
P_{day}	daily precipitation	بارش روزانه
P_m	mean monthly precipitation	میانگین بارش ماهانه
P_w	water vapor pressure at wet temperature	فشار بخار آب در دمای تر
R^2	Coefficient of determination	ضریب تعیین
R_{xxj}^2	Partial coefficient of determination	ضریب تعیین جزئی
R_a	Range of annual temperature variation	دامنه تغییرات سالانه دما
R_d	Range of daily temperature variation	دامنه تغییرات روزانه دما
RH_{anul}	Mean annual relative humidity	میانگین رطوبت نسبی سالانه
$RH_{afternoon}$	Afternoon relative humidity	رطوبت نسبی بعد از ظهر
RH	relative humidity	رطوبت نسبی
$RH_{12:30}$	relative humidity at 12:30	رطوبت نسبی ساعت ۱۲:۳۰ (ظهر)
$RH_{18:30}$	Relative Humidity at 18:30	رطوبت نسبی ساعت ۱۸:۳۰ (عصر)
$RH_{6:30}$	Relative Humidity at 6:30	رطوبت نسبی ساعت ۶:۳۰ (صبح)

علامت	معادل انگلیسی	معادل کامل فارسی
RH_{morning}	Morning relative Humidity	رطوبت نسبی صبح
s(i)	Silhouette width	عرض سیلوهوت
T	air temperature	دمای هوا
T_{anul}	annual temperature	دمای سالانه
T_{dew}	Dew point temperature	دمای شبنم
$T_{\text{d.est}}$	mean daily dew point temperature	میانگین روزانه دمای نقطه - شبنم
T_{max}	maximum air temperature	دمای بیشینه
T_{min}	minimum air temperature	دمای کمینه
T_w	wet temperature	دمای تر
U.S.W.B	United States Weather Bureau	اداره هواشناسی امریکا

فصل اول: مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

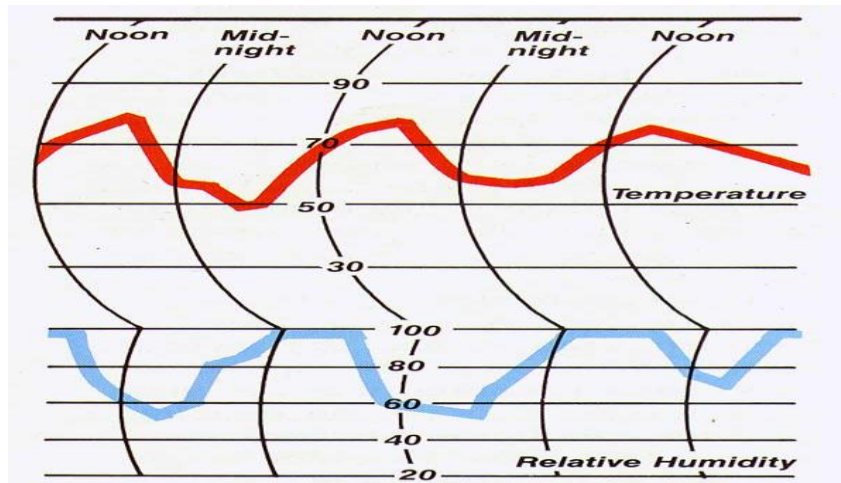
کلیه رشته‌های مهندسی از ترکیب شاخه‌های مختلف علوم پایه یعنی، ریاضیات، فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی به وجود آمده‌اند. ریاضیات نقش اصلی را در میان رشته‌های علوم پایه و مهندسی ایفا می‌کند. ریاضیات خود به دو شاخه اصلی به نام‌های ریاضیات قطعی و غیر قطعی تقسیم بندی می‌شود. اگر متغیر (پدیده یا مسأله) مورد مطالعه قطعی باشد، ریاضیات قطعی برای تحلیل و الگوبندی استفاده می‌شود. ریاضیات غیرقطعی برای تحلیل متغیر غیر قطعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آمار و احتمال نام دیگر ریاضیات غیرقطعی است. بنابراین ریاضیات، آمار و احتمال پیکره اصلی رشته‌های مهندسی را تشکیل می‌دهد. این موضوع در پدیده‌های آب و هواشناسی نیز صادق است. فیزیک و ریاضیات دو پیکره اصلی تحلیل پدیده‌های هواشناسی هستند. بررسی کوتاه مدت پدیده‌های هواشناسی با ریاضیات (قطعی) انجام می‌گیرد. تحلیل دراز مدت پدیده‌های هواشناسی (اقلیم‌شناسی) نیاز به علم آمار و احتمال دارد. رطوبت نسبی یکی از پدیده‌های اصلی و مهم هواشناسی است.

۱-۲- ضرورت انجام پژوهش

نوسانات رطوبت نسبی هوا در یک شبانه روز (روز عادی) تقریباً منحنی تک نمایی چوله به راست است، یعنی از تغییرات ناگهانی در توده های هوای ورودی به منطقه صرف نظر می شود. این تغییرات توسط دستگاه رطوبت نگار رسم می شود. میانگین واقعی روزانه رطوبت نسبی با انتگرال گیری از منحنی رطوبت نسبی روزانه به دست می آید. چون رطوبت نگار در همه ایستگاه ها وجود ندارد، لذا از میانگین ساده یا وزن دار رطوبت نسبی مشاهده ای (یا محاسبه ای) سه زمان استاندارد ۳، ۹ و ۱۵ گرینویچ استفاده می شود. این میانگین تقریبی است. بنابراین به دست آوردن رابطه ای که بتواند این میانگین را با دقت بیشتری ارائه کند ضروری است. این رابطه یک میانگین گیری دراز مدت محسوب می شود که در قلمروی علم آمار و احتمال است. این عمل با داشتن نوسانات ثبت شده روزانه دراز مدت رطوبت نسبی امکان پذیر است.

رطوبت نسبی یکی از متغیرهای مهم جوّی است که در مطالعات و پژوهش های کشاورزی، سدسازی، الگو های ریاضی برآورد رواناب رودخانه ها، شهرسازی، خوردگی فلزات در صنایع، تعیین منطقه آسایش در معماری و طراحی منازل مسکونی، اداری، کارخانجات و غیره استفاده می شود. افزون بر این رطوبت نسبی یکی از عوامل اصلی در تعیین تبخیر از سطح آزاد آب و تبخیر و تعرق است. معمولا از کمیت های میانگین روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه برای کاربردهای مختلف استفاده می شود. میانگین روزانه اساس و پایه سایر فاصله های زمانی است. روش مرسوم و قدیمی برای برآورد میانگین رطوبت نسبی روزانه میانگین گیری از رطوبت نسبی ساعتهای استاندارد (۶:۳۰، ۱۲:۳۰ و ۱۸:۳۰) یا وزن هایی از آنهاست. قدمت این روش به تاریخ محاسبه رطوبت نسبی روزانه می رسد که به عنوان یک روش استاندارد شده جهانی استفاده می شود. لازم به ذکر است منحنی رطوبت نسبی روزانه چولگی دارد (یائو، ۱۹۷۳). شکل (۱-۱) این چولگی را به روشنی نشان می دهد (رفتار رطوبت نسبی تقریباً برعکس رفتار دماست).

بنابراین استفاده از ضرایب مساوی یا وزن دار سه نوبت فوق برای این ساعت ها پشتوانه ریاضی محکمی ندارد. هم چنین فقط رطوبت نسبی نیمی از شبانه روز در این روش در نظر گرفته می شود، نه تمامی شبانه روز (سالنامه های هواشناسی).



شکل ۱-۱. تغییرات ساعتی رطوبت نسبی (نمودار پایین) و درجه حرارت (نمودار بالا)

۱-۳- هدف از انجام پژوهش

منحنی رطوبت نسبی روزانه بسته به شرایط اقلیمی و برای زمان های مختلف متفاوت است. بنابراین دسته بندی ایستگاه های رطوبت سنج به خوشه های همگن (اقلیم بندی) باید انجام گیرد. سپس رفتار مشترک رطوبت نسبی روزانه ایستگاه های هر خوشه جداگانه تحلیل شود. می دانیم عوامل درجه حرارت روزانه (حداقل، حداکثر و میانگین) و بارش روزانه از قابل دسترس ترین عوامل آب و هواشناسی در ایستگاه های مختلف هر منطقه است. اگر بتوان رابطه ای (چند متغیره) بین میانگین واقعی رطوبت نسبی روزانه و رطوبت نسبی ساعات استاندارد و عوامل فوق پیدا نمود، می توان این رابطه را جانشین روش های قدیمی محاسبه میانگین رطوبت نسبی روزانه کرد. طرح حاضر ارائه یک الگوی برآورد میانگین رطوبت

نسبی روزانه بر اساس داده‌های اندازه‌گیری در ساعت‌های رسمی و سایر عوامل مانند دمای هوا و بارش روزانه است.

۱-۴- روش پژوهش

ابتدا خوشه بندی ایستگاه‌ها بر اساس رطوبت نسبی، دما، بارش و سایر عوامل مهم موثر و مرتبط با رطوبت انجام گرفت. داده‌های رطوبت نسبی روزانه هر خوشه جداگانه تحلیل شد. سپس منحنی رطوبت نسبی روزانه برای این طرح انتخاب و میانگین آن با انتگرال‌گیری حساب شد. آنگاه نتایج با رطوبت‌های ساعتی و سایر عوامل هواشناسی مانند دما و بارش به صورت یک الگوی ریاضی مورد تحلیل قرار گرفت. مقایسه نتایج برآورد میانگین رطوبت نسبی روزانه با این الگو و مقایسه آن با روش‌های قدیمی نیز انجام گرفت. کلیه ایستگاه‌های سینوپتیک ایران که آمار مطمئنی دارند در پژوهش حاضر انتخاب شدند. با غربال اطلاعات، همه ایستگاه‌ها بررسی شدند. ابتدا ایستگاه‌های رطوبت سنجی خوشه بندی^۱ شدند (تئودوریتس و کوترومباس، ۲۰۰۹؛ راثو و همکاران، ۲۰۰۸). درستی هر خوشه با روش گشتاورهای خطی^۲ و بررسی همگنی^۳ و هم‌نواپی^۴ انجام گردید (هاسکینگ و همکاران، ۱۹۹۷). انتخاب الگوی مناسب بین میانگین رطوبت نسبی روزانه و سایر عوامل برای هر خوشه گام بعدی بود. این کار به کمک الگوهای رگرسیونی انجام شد. تغییرات این الگو در ماه‌های مختلف نیز دیده می‌شود. الگوی مخصوص هر ماه نیز تهیه و ارائه گردید. مقایسه دقت برآورد الگوی جدید و روش‌های قدیمی (رایج) آخرین گام این پژوهش بود. نتیجه نهایی منجر به ارائه روابطی می‌شود که می‌توان میانگین رطوبت نسبی روزانه را در هر ایستگاه با کمک

1-Clustering

2- L-Moments

3- Homogeneity

4-Discourdancy

سایر عوامل قابل دسترس با دقت بیشتری محاسبه کرد. مراحل انجام این پژوهش به شرحی است که در پی می آید:

- ۱) جمع آوری آمار و اطلاعات و غربال داده ها،
- ۲) اقلیم بندی به روش خوشه‌ای و آزمون‌های همگنی و هم‌نوایی گشتاوری خطی،
- ۳) محاسبه میانگین واقعی رطوبت نسبی از روی منحنی‌های رطوبت‌سنج روزانه با انتگرال‌گیری عددی،
- ۴) محاسبه میانگین دمای روزانه، حداکثر و حداقل دمای روزانه برای تعیین تاثیر آنها در الگوهای ریاضی برآورد رطوبت نسبی،
- ۵) برازش الگوهای خطی و غیرخطی بر داده‌های میانگین واقعی رطوبت نسبی، رطوبت نسبی ساعات ۶:۳۰، ۱۲:۳۰، و ۱۸:۳۰ (صبح روز بعد یا قبل)، میانگین دمای روزانه، دمای حداکثر و حداقل روزانه، بارش روزانه و غیره.
- ۶) مقایسه میانگین رطوبت نسبی روزانه حاصل از الگو با میانگین به‌دست آمده از روش‌های قدیمی،
- ۷) ارائه بهترین الگو برای داده‌های هر اقلیم (خوشه) در مقیاس ماه و سال.