

شرکت پترو پولاد پارس
((سازنده سازه های سبک و سنگین فلزی))



Petro Poulad Pars.Co

دستور عمل بازرسی پوشش رنگ



فهرست محتویات

عنوان	صفحه
۱- هدف	۳
۲- دامنه کاربرد	۳
۳- مسئولیت	۳
۴- تعاریف	۳
۵- مراجع	۵
۶- روش کار	۶
۷- سوابق	۹
۸- پیوست ها	۱۰



۱- هدف :

هدف از نگارش این دستور العمل تهیه و تدوین روش اجرایی خدمات بازرسی رنگ و پوشش واحدهای هیدرومکانیکال شرکت مهندسی تجهیزات صنعت آب و برق ایران در مراحل اجرای رنگ آمیزی توسط پیمانکار مطابق استاندارد و مشخصات خواسته شده از سوی مشتری می باشد.

۲- دامنه کاربرد :

این دستورالعمل در امور اجرایی شرکت کاربرد دارد .

۳- مسئولیتها :

۳-۱- مدیر عامل : مسئولیت بررسی و تصویب نهایی گزارش جهت ارسال به مشتری را به عهده دارد .

۳-۲- مدیر بازرسی فنی : مسئولیت بررسی گزارش جهت ارسال به مشتری را به عهده دارد .

۳-۳- مدیر پروژه : مسئولیت بازرسی و کنترل گزارشهای ادواری تهیه شده توسط بازرس و تکمیل آنها را به عهده دارند .

۳-۴- بازرس: مسئولیت تهیه و تکمیل گزارش های بازرسی را مطابق بامشخصات فنی به عهده دارند .

۴- تعاریف :

۴-۱- رنگ : منظور رنگهای صنعتی مورد استفاده توسط پیمانکاران طرحها می باشد .

۴-۲- سیستم پوششی: مجموعه ای از چند لایه فیلم رنگ می باشد که معمولاً شامل آستری (Primer) ، لایه میانی (Under Coat) و رنگ رویه (Top Coat) می باشد که جهت حفاظت سازه های فلزی در مقابل خوردگی و شرایط نامناسب محیطی مورد استفاده قرار میگیرد.

۳-۴- ویسکوزیته : میزان گرانشی مایع است که به جنس مولکولهای مایع و ترکیب شیمیایی آن بستگی و بر حسب واحدهای مختلف مانند ثانیه - پویز - استوک و کربس استورمر سنجیده می شود. روش اندازه گیری ویسکوزیته با ابزاری بنام فورد کاپ در پیوست ۸-۱۲ ذکر شده است .

۴-۴- RAL : نام استاندارد آلمانی است که در آن هر فام رنگ یا Shade خاص با شماره مشخص شده است .

۵-۴- SHELF LIFE : زمان مجاز انبارداری با طول عمر رنگ ، یعنی زمان تولید تا زمان انقضاء تاریخ مصرف رنگ می باشد.

۶-۴- POT LIFE : زمان مجاز نگهداری مخلوط اجزاء رنگ در رنگهای دو یا سه جزئی می باشد یعنی حداکثر زمانی که رنگ پس از مخلوط شدن اجزاء بایستی مصرف گردد.

۷-۴- PROFILE GAUGE : ابزاری است که پروفیل سطح فلز یعنی ناهمواریهای ایجاد شده بر روی سطح فلز را که از برخورد ذرات ساینده به سطح فلز در اثر سندبلاست حاصل می شوند اندازه گیری می نماید.

۸-۴- چسبندگی (ADHESION) : چسبندگی عامل بسیار موثری در عملکرد رنگ روی سطح فلز می باشد. آماده سازی سطح یکی از دو کلیدی است که چسبندگی خوب را تضمین می کند و کلید دیگر جاذبه (Attraction) بین رنگ و سطح است که توسط اتصالات شیمیایی قطبی و مکانیکی حاصل می شود .

روش انجام آزمون چسبندگی در پیوست ۸-۱۴ ذکر شده است .

۹-۴- Theoretical Spreading rate : میزان سطح پوشش یافته در واحد حجم رنگ می باشد که باختصار T.S.R نامیده شده و از فرمول زیر بدست می آید.

$$T.S.R(m^2/lit) = \frac{\%sv \times 10}{d.F.(\mu)}$$

که در آن :

dft : ضخامت فیلم خشک رنگ بر حسب میکرون (μ)

Sv : درصد جامد حجمی رنگ یا مخلوط اجزاء رنگ در رنگهای دو یا سه جزئی می باشد.



۴-۱۰: درصد جامد حجمی رنگ (SV%): نسبت حجم مواد جامد تشکیل دهنده رنگ به حجم کل رنگ بر حسب درصد می باشد. تعیین حجم مصرفی رنگ برای هر متر مربع با استفاده از درصد جامد حجمی رنگ و با کمک فرمول زیر میسر می باشد.

$$V = \frac{10 \times A \times dft}{SV \times (100 - W)}$$

که در آن:

A: سطح پوشش بافته بر حسب متر مربع

dft: ضخامت فیلم خشک رنگ به میکرون

SV: درصد جامد حجمی رنگ یا مخلوط اجزاء رنگ در رنگهای دو یا سه جزئی

W: میزان تلفات تخمینی رنگ به درصد

۴-۱۱: Fineness: نرمی یا دانه بندی رنگ مایع و به عبارت دیگر حدود اندازه ذرات جامد دیسپرس شده موجود در رنگ می باشد که بر حسب واحدهای میکرون یا هگمان بیان شده و براساس استاندارد

ASTM D 1210 قابل اندازه گیری می باشد.

۴-۱۲: Curing و deep dry, Touch dry: به ترتیب زمان خشک شدن لمسی، عمقی و سخت شدن کامل فیلم رنگ می باشد که روش اندازه گیری این زمانها در پیوست ۸-۱۴ شرح داده شده است.

۴-۱۳: hard ness: سختی فیلم رنگ است که یکی از عوامل تعیین کننده مقاومت مکانیکی و شیمیایی فیلم رنگ در مقابل عوامل خارجی می باشد و با روشهای مختلفی از جمله استفاده از سختی سنج های مدادی، خراش دهنده و پاندولی قابل اندازه گیری می باشد. رایج ترین روش اندازه گیری سختی استفاده از سختی سنج پاندولی persoz یا konieg طبق استاندارد ASTM D 4366 می باشد.



۴-۱۴: Salt Spray : دستگاه سنجش مقاومت رنگها و پوششهای محافظ ، در مقابل خوردگی می باشد. در این دستگاه قطرات بسیار ریز (میکرونی) آب نمک با درصد مشخص و در دمای تعیین شده طبق استاندارد ASTM B 117 روی سطح فیلم رنگ مورد آزمایش اسپری میگردد.

۴-۱۵: Humidity : دستگاه سنجش مقاومت رنگها و پوششها در رطوبت نسبی 100% و طبق استاندارد ASTM D 2247 می باشد.

۵- مراجع :

- ۱-۵ روش اجرایی کنترل فرایند با کد شناسایی PI - 7.5 - 01
- ۲-۵ استانداردهای ملی ایران به شماره های ۲۹۱۹ ، ۴۰۴۲
- ۳-۵ استانداردهای آمریکایی (ASTM) به شماره های زیر :
B117-D869-D1186-D1400-D1640-D1200-D1475-D1210-D344-D4366-
D3359-
D610-D523-D4066-D4400-D870-D714-D1654-D2095-D2697-D2369-D1475-
D2794-D1044-D522-D2247-D2372-D2371-D1005-D1212
- ۴-۵ استاندارد SSPC و ISO 8501 و ISO 9514 و ISO 8502-3-4
- ۵-۵ استاندارد آلمانی DIN 53211 و RAL



۶- روش کار :

خدمات بازرسی رنگ و پوشش مطابق با استانداردهای مربوطه توسط بازرسین شرکت در محل کارگاههای اجرایی پیمانکاران تحت نظارت مدیران پروژه شرکت به شرح ذیل در سه مرحله انجام می پذیرد .

۱-۶- بازرسی قبل از اجرای رنگ آمیزی

۲-۶- بازرسی هنگام اجرای رنگ آمیزی

۳-۶- بازرسی بعد از اجرای رنگ آمیزی

۱-۶- بازرسی قبل از اجرای رنگ آمیزی :

۱-۱-۶- بازرسی و انتخاب رنگ هنگام خرید توسط پیمانکار:

رنگ قبل از خرید توسط پیمانکار می بایست در یک آزمایشگاه معتبر مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج آن به بازرس ارائه گردد . بدین صورت که نمونه رنگهایی که پیمانکار مایل به خریداری آن می باشد به همراه برگه مشخصات مربوط به آنها در اختیار شرکت بازرسی قرار گیرد تا با توجه به نوع رنگها و سیستم پوشش و کاربرد نهایی آنها در پروژه مورد نظر ، از میان آزمایشات لیست شده در جدول پیوست شماره (۸-۱) ، نوع آزمایشاتی که لازم است بر روی رنگها با سیستم پوششی مورد نظر انجام شود مشخص گردد و پس از انعکاس در فرم درخواست آزمون رنگ (پیوست ۸-۲) به همراه نمونه رنگها به یک آزمایشگاه معتبر ارسال شود. پس از اعلام هزینه و زمان مورد نیاز جهت انجام آزمایشات ، که توسط آزمایشگاه اعلام میگردد، مراتب به پیمانکار اطلاع داده می شود تا پیمانکار نسبت به پرداخت هزینه و تنظیم برنامه زمانی و کاری خود اقدام نماید. نهایتاً پس از اعلام نتایج آزمایشات توسط آزمایشگاه ، بررسیهای لازم انجام شده و در صورت تایید بازرس خرید رنگ مجاز می باشد. همچنین محموله های بعدی رنگ نیز پس از نمونه برداری با نظارت بازرس ، باید به ترتیب فوق توسط یک آزمایشگاه معتبر آزمایش گردد.

تبصره : کلیه رنگهای تایید شده از جانب شرکت مهندسی تجهیزات صنعت آب و برق ایران برای مدت یک سال اعتبار دارد و خارج از مدت زمان قید شده فاقد اعتبار می باشد.

۶-۱-۲- بازرسی عقد قرارداد :

در قراردادهای منعقدۀ اعم از قرارداد ما بین شرکت بازرسی و کارفرما و یا قرارداد ما بین پیمانکار و سازنده رنگ، موارد ذیل جهت هماهنگی و تسریع در کار ها باید در قرارداد منعکس شود .

الف - زمان اجرای رنگ آمیزی

ب- زمان ارسال رنگ به آزمایشگاه

ج - مدت زمان لازم برای انجام آزمون نمونه اولیه و محموله های بعدی توسط آزمایشگاه

د- ارائه فرم قرارداد منعقدۀ بین آزمایشگاه معتبر و پیمانکار (در صورتی که پیمانکار مستقیماً جهت آزمایش نمونه های رنگ و ارسال آنها به آزمایشگاه اقدام کرده باشد).

هـ - خرید رنگ به حد مورد نیاز و جلوگیری از انبار داری بیش از زمان لازم با توجه به **Shelf life** رنگ

۶-۱-۳- بازرسی شرایط جوی :

جهت اجرای موفقیت آمیز و مطلوب پروژه های رنگ آمیزی سازه های صنعتی بازرسی شرایط جوی درست قبل از رنگ آمیزی از اهمیت بسیاری برخوردار است زیرا شرایط جوی و محیطی نامناسب میتواند مستقیماً بر روی چسبندگی پوشش به سطح زیرین تاثیر گذاشته و کارآیی آن را بطور قابل ملاحظه ای کاهش دهد بنابر این رعایت پاره ای محدودیتها که در زیر شرح داده شده است الزامی می باشد:

الف - رنگ آمیزی در فضای دور از گرد و غبار و یا وزش بادهای شدید و بارندگی انجام پذیرد .

ب - در هنگام اعمال اغلب رنگهای صنعتی درجه حرارت محیط کار نباید کمتر از ۵ درجه سانتی گراد و یا بیش از ۵۵ درجه سانتی گراد باشد . و در چنین شرایطی کار باید متوقف گردد. همچنین سایر محدودیتهایی که توسط تولید کننده پوشش یا رنگ در خصوص دمای هوا یا دمای سطح یا دمای رنگ توصیه شده است باید دقیقاً رعایت گردد.

ج - جهت اطمینان از عدم وجود لایه های رطوبتی کندانسه شده (شبنم) بر روی سطح که اغلب غیر قابل رویت می باشد درجه حرارت سطح کار درست قبل از رنگ آمیزی باید حداقل ۳ درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه شبنم (dew point) باشد (ISO 8502-4) چون وجود رطوبت بصورت

شبیم بر روی سطح قبل از رنگ آمیزی موجب عدم چسبندگی رنگ و تولید محصولات خوردگی در زیر فیلم رنگ خواهد شد.

د - در صورتی که رطوبت نسبی هوا بیشتر از ۸۵ درصد باشد کار باید متوقف گردد و (بهرتر است رنگ آمیزی در ساعاتی از روز انجام شود که رطوبت هوا کمتر از ۷۵٪ باشد بجز در موارد خاص مانند رنگهای اتیل سیلیکات که کیورینگ و سخت شدن آنها با کمک رطوبت صورت میگیرد) دستورالعمل بازرسی عدم وجود لایه های رطوبتی بر روی سطح رنگ آمیزی شونده مطابق استاندارد 8502-4 پیوست می باشد (پیوست ۸-۷)

۶-۱-۴- بازرسی موارد ایمنی و فردی و گروهی :

الف - بازرسی و تایید ایمنی داربست های نصب شده در محل کارگاه رنگ آمیزی .

ب - بازرسی دستگاههای تهویه هوا در محیطهای سر بسته رنگ آمیزی .

ج - مقدار روشنایی لازم و کنترل ایمنی وسایل روشنایی در محل کارگاه رنگ آمیزی و کنترل وسایل ایمنی افراد مامور به کار مانند لباس کار مناسب ، کفش ، دستکش ، کلاه ، ماسک و عینک مخصوص .

د - بازرسی وسایل اطفای حریق و نصب علائم خطر در محل های مناسب .

۶-۱-۵- بازرسی و کنترل آماده سازی سطوح فلزی :

داشتن یک سطح مناسب ، تمیز و عاری از هر گونه زنگ زدگی جهت اجرای پوشش لازم و ضروری می باشد به همین جهت بازرسی آماده سازی سطوح فلزی قبل از اجرای رنگ آمیزی از اهمیت ویژه ای برخوردار است .

بازرسی درجه زیرسازی یا آماده سازی سطوح فلزی باید طبق استانداردهای بین المللی ISO یا SSPC که نحوه انجام آن پیوست می باشد (مطابق استاندارد ASTM D2200) پیوست شماره ۸-۸ .

نتایج کنترل و بازرسی آماده سازی سطوح که توسط بازرس انجام میگیرد باید بطور دقیق در فرم بازرسی و کنترل آماده سازی سطوح فلزی (پیوست ۸-۳) گزارش گردد و تنها در صورت تایید بازرس پیمانکار مجاز به اجرای رنگ آمیزی خواهد بود.

۶-۱-۶- بازرسی مقدماتی محموله های رنگ :

بازرسی تطابق مشخصات محموله های رنگ خریداری شده توسط پیمانکار ، با رنگها و سیستم پوششی توصیه شده توسط مشاور همچنین کنترل نوع ، کد و فام رنگهای مورد استفاده به عنوان پرایمر ، لایه میانی و رنگ رویه ، تعداد اجزای مربوطه و نسبت اختلاط اجزاء ، نوع و کد تینر ، نام تولید کننده ، شماره و تاریخ تولید ، زمان مجاز انبارداری (Shelf life) ، مقادیر خریداری شده ، وضعیت بسته بندی رنگ و اجزای مربوطه ، فاصله زمانی تاریخ تولید رنگ و سایر اجزا تا زمان مصرف ، وضعیت ظاهری رنگها و اجزاء مربوطه در قوطی یا ظرف اصلی و وضعیت ته نشینی رنگ در زمان نگهداری و مصرف باید دقیقاً توسط بازرس انجام گرفته و نتایج در فرم بازرسی مقدماتی محموله های رنگ (پیوست ۸-۴) گزارش گردد. همچنین بازرس باید بر عملیات نمونه برداری از محموله ها که جهت انجام آزمایش بر روی آنها (مطابق بند ۶-۱) صورت میگیرد نظارت کامل داشته باشد. روش نمونه برداری از محموله های رنگ پیوستی می باشد (پیوست ۸-۹).

۶-۲- بازرسی هنگام اجرای رنگ آمیزی :

بررسی و کنترل تطابق ویژگیهای ذکر شده در فرم بازرسی حین اجرای رنگ آمیزی (پیوست ۸-۵) با حدود مجاز و قابل قبول استاندارد ، برای کلیه رنگهای مورد استفاده جهت رنگ آمیزی باید توسط بازرس انجام گرفته و نتایج بازرسی بطور کامل در این فرم گزارش شده و گزارش روزانه نیز تهیه گردد.

روشهای بازرسی اندازه گیری ویژگیهای ذکر شده در این فرم پیوست می باشد (پیوست ۸-۱۰) بررسی عیوب فیلم رنگ در هنگام کاربرد ، پیوست ۸-۱۱ اندازه گیری Pot life ، پیوست ۸-۱۲ اندازه گیری ویسکوزیته ، پیوست ۸-۱۳ اندازه گیری ضخامت فیلم تر ، پیوست ۸-۱۴ اندازه گیری زمان خشک شدن سطحی و عمقی و سخت شده (کیورینگ) (

۶-۳- بازرسی بعد از اجرای رنگ آمیزی

فاصله زمانی اعمال رنگ تا تاریخ بازرسی رنگ باید توسط بازرس مشخص شده و به همراه موارد زیر در فرم بازرسی پس از اجرای رنگ آمیزی (پیوست ۸-۱۰) گزارش گردد.



- الف - بازرسی زمان خشک شدن عمقی و سخت شدن کامل (curing) مطابق پیوست ۸-۱۴
- ب - بازرسی ضخامت لایه یا فیلم خشک رنگ بر حسب میکرون برای هر لایه رنگ به تنهایی و برای سیستم کامل مطابق پیوست ۸-۱۷.
- ج - بررسی تطابق فام (RAL) و براقیت فیلم رنگ با درخواست مشتری.
- د - بررسی مشخصات ظاهری و عیوب فیلم رنگ بدین مفهوم که فیلم عاری از حباب هوا، ذرات درشت، گرد و غبار، تاول زدگی، زنگ زدگی، جمع شدگی، شره و سایر عیوب باشد.
- ه - بازرسی چسبندگی به روش TAPE برای هر لایه رنگ و برای سیستم پوششی پس از کیورینگ (پیوست ۸-۱۵) در صورتی که نتیجه بازرسی پس از اجرای رنگ آمیزی مورد تایید نباشد پیمانکار موظف به اصلاح و رفع مشکلات و عیوب موجود می باشد.

۷- سوابق

یک نسخه از این دستور العمل نزد مدیر عامل - مدیر امور بازرسی فنی، مدیر پروژه و بازرسین نگهداری میگردد. استانداردهای مربوطه در واحد آرشیو شرکت نگهداری می شود.

۸- پیوستها

- ۸-۱- لیست آزمایشات نمونه ها و محموله های رنگ با کد : F71026
- ۸-۲- فرم درخواست آزمون رنگ با کد : F71021
- ۸-۳- فرم بازرسی و کنترل آماده سازی سطوح فلزی با کد : F71023
- ۸-۴- فرم بازرسی مقدماتی محموله های رنگ با کد : F71022
- ۸-۵- فرم بازرسی حین اجرای رنگ آمیزی با کد : F71024
- ۸-۶- فرم بازرسی پس از اجرای رنگ آمیزی با کد : F71025
- ۸-۷- دستورالعمل بازرسی عدم وجود لایه های رطوبتی بر روی سطح رنگ آمیزی شونده
- ۸-۸- روش کنترل و بازرسی آماده سازی سطوح سازه های فلزی
- ۸-۹- روش نمونه برداری از محموله های رنگ



- ۸-۱۰- روشهای اعمال رنگ و بررسی عیوب فیلم رنگ در حین اجرای رنگ آمیزی
- ۸-۱۱- روش عملی اندازه گیری Pot life برای رنگهای دو یا سه جزئی
- ۸-۱۲- روش عملی اندازه گیری ویسکوزیته با فوردد کاپ
- ۸-۱۳- روش عملی اندازه گیری ضخامت فیلم تر (WFT)
- ۸-۱۴- روش عملی اندازه گیری زمان خشک شدن سطحی ، عمقی و سخت شدن کامل (Curing)
- ۸-۱۵- روش عملی تست چسبندگی فیلم رنگ با روش TAPE
- ۸-۱۶- روش عملی اندازه گیری برافشایی فیلم رنگ
- ۸-۱۷- روش عملی اندازه گیری ضخامت فیلم خشک رنگ (dft)

پیوست ۸-۸ - روش کنترل و بازرسی آماده سازی سطوح سازه های فلزی :

تمیزکاری و آماده سازی سطوح فلزی قبل از رنگ آمیزی یکی از عوامل بسیار موثر در کیفیت مطلوب رنگ آمیزی است . تمیزکاری با استفاده از پاشش مواد ساینده ، با ایجاد زبری و دندانهای کردن سطح باعث افزایش سطح تماس فلز و رنگ می گردد و همچنین با از بین بردن کلیه آلودگیها از حد فاصل پوشش و سطح فلز ، حداکثر چسبندگی را ایجاد می نماید. به همین جهت کلیه موارد ذکر شده در فرم بازرسی و کنترل آماده سازی سطوح (پیوست ۸-۳) باید توسط بازرس کنترل و با توجه به روشهای استاندارد بین المللی که در زیر بطور خلاصه شرح داده شده است گزارش گردد.

۸-۸-۱- درجات زنگ زدگی (Rust grades) :

بطور کلی طبق استانداردهای بین المللی ، برای سطوح فولادی چهار درجه زنگ زدگی که با حروف A , B , C و D نشان داده می شود و با استانداردهای Visual و عکسهای رنگی قابل تشخیص می باشد مشخص شده است که به شرح زیر می باشند:

(A) سطوح فولادی که عمدتاً با لایه اکسیدی چسبنده حاصل از نورد (mill scale) پوشیده شده است اما زنگ زدگی در آن مشاهده نمی شود و یا در صورت وجود اندک است .

(B) سطوح فولادی که شروع به زنگ زدگی کرده است و در نتیجه آن ، لایه اکسیدی حاصل از نورد (mill scale) شروع به ورآمدن و ورقه ای شدن نموده است .

(C) سطوح فولادی که عمدتاً با لایه اکسیدی حاصل از نورد روی آنها در اثر زنگ زدگی کاملاً از بین رفته و یا قابل جدا کردن از سطح می باشد و بر روی آنها حفره های جزئی ایجاد شده که با چشم غیر مسلح نیز قابل دیدن می باشد.

(D) سطوح فولادی که لایه اکسیدی حاصل از نورد روی آنها در اثر زنگ زدگی کاملاً از بین رفته و بر روی آنها حفره های گسترده ای وجود دارد که با چشم غیر مسلح قابل رویت می باشد.

۸-۸-۲- تعیین درجه آماده سازی سطح براساس استانداردهای بین المللی :

طبق استاندارد ASTM D2200 جهت ارزیابی درجه آماده سازی سطوح فلزی در روش A و B ارائه شده که متد A براساس استاندارد (SIS) ISO و متد B براساس استاندارد امریکایی SSPC می باشد.

در هر دومند ابتدا باید روش تمیزکاری (Cleaning) یا Blast بکار رفته مشخص شود (بطور مثال تمیزکاری بصورت دستی، با ابزار مکانیکی، سندبلاست، استفاده از شعله و...) سپس شرایط ابتدایی فلز یعنی تطابق با گریدهای A, B, C و D با استفاده از عکسهای استاندارد مشخص گردد. سپس بعد از عملیات تمیزکاری، سطح آماده شده باید با عکسهای استاندارد که درجه نرمی سطح را با توجه به شرایط ابتدایی فلز نشان می دهد مقایسه شده و درجه ای را که به سطح آماده شده نزدیکتر

می باشد انتخاب گردد و هر سه آیتم فوق برای نواحی مختلف سازه ثبت گردد.

(عکسهای استاندارد ISO 8501 (SIS 055900 در آرشیو شرکت موجود می باشد)
در استانداردهای معتبر جهان برای نشان دادن درجه آماده سازی و میزان تمیزی سطح فلز از عبارات مختلفی استفاده می شود که تقریباً همگی مشابه بوده و متداول ترین آنها در جدول زیر نشان داده شده است.

درجه آماده سازی سطح	استاندارد سوئدی ISO 8501	استانداردهای امریکایی SSPC/NACE	استاندارد انگلیسی B.S.4232	کیفیت تمیزی سطح
زنگ زدایی (Brushoff)	Sa 1	SP 1	-	50%
اقتصادی (Commercial)	Sa 2	SP 6	درجه ۳	75%
نزدیک به سفید (Near White)	Sa 2.1/2	SP 10	درجه ۲	95%
سفید کامل (White metal) Visually clean steel	Sa 3	SP 5	درجه ۱	100%

الف (استاندارد سوئدی ISO 8501 :



این استاندارد که بیش از بقیه متداول است درجه تمیزی را با عبارت Sa بیان می کند و از عدد 1 تا 3 درجه تمیزی افزایش می یابد.

Sa 1 : تمیزکاری بصورت شن پاشی سبک (Light blast cleaning) که در این حالت هنگام بازرسی بدون ذره بین سطح فلز باید عاری از روغن ، گریس و مواد خارجی باشد. همچنین لایه اکسیدی حاصل از نورد (Mill Scale) ، زنگ زدگی و پوششهای رنگی که بطور ضعیف به سطح چسبیده اند باید کاملاً زدوده شده باشند (عکسهای استاندارد B Sa 1 و C Sa 1 , D Sa 1).

Sa 2 : تمیزکاری بصورت شن پاشی کامل و عمیق (Through blast Cleaning) : در این حالت وقتی سطح فلز بدون ذره بین بررسی شود، سطح باید عاری از روغن ، گریس و سایر آلودگیها باشد. همچنین عمده رسوبات حاصل از نورد (Mill Scale) ، زنگ زدگی ، پوششهای رنگی و مواد خارجی باید زدوده شده باشند و هرگونه آلودگیهای باقیمانده باید به سختی به سطح چسبیده باشند (عکسهای استاندارد B Sa 2 و C Sa 2 , D Sa 2).

Sa 2.1/2 : تمیزکاری بصورت شن پاشی بسیار عمیق (Very Through blast Cleaning) : در این حالت وقتی سطح فلز بدون ذره بین بررسی شود، سطح باید عاری از روغن ، گریس و سایر آلودگیها باشد. همچنین باید رسوبات حاصل از نورد (Mill Scale) ، زنگ زدگی ، پوششهای رنگی و مواد خارجی زدوده شده باشند. همچنین هر گونه اثر بجا مانده از مواد آلاینده فقط بصورت لکه های جزئی به شکل خالها و نوارهایی بنظر خواهد آمد.

عکسهای استاندارد (A Sa 2.1/2 و B Sa 2.1/2 , C Sa 2.1/2 , D Sa 2.1/2)

Sa 3 : تمیزکاری بصورت شن پاشی تا درجه ای که تمیزی فولاد با چشم دیده شود.

(Blast Cleaning to Visually Clean Steel)

در این حالت سطح فولاد پس از شن پاشی و به هنگام بازرسی بدون ذره بین ، باید عاری از روغن ، گریس و سایر آلودگیها باشد. همچنین باید رسوبات حاصل از نورد ، زنگ زدگی ، پوششهای رنگی و مواد خارجی باید کاملاً زدوده شده باشند و سطح باید یک زنگ متالیک یکنواخت داشته

باشد (عکسهای استاندارد A Sa 3 و B Sa 3 , C Sa 3 , D Sa 3)



همچنین درجات St 2 و St 3 نشان دهنده سطوح آماده سازی شده با ابزار راسد و ابزار دستی می باشد:

St 2 : تمیزکاری با ابزار قدرتمند و دستی بطور کامل و عمیق

(Thorough hand and power tool cleaning)

در این حالت وقتی سطح فلز بدون ذره بین بررسی شود ، سطح باید عاری از روغن ، گریس و آلودگی باشد. همچنین رسوبات حاصل از خورد ، زنگ زدگی و پوششهای رنگی و مواد خارجی که بطور ضعیف به سطح چسبیده اند باید زدوده شده باشند. (عکسهای استاندارد St 3 D و St 3 C و St 3 B)

توجه : (درجه St 1 در آماده سازی سطوح کاربردی ندارد چون نشاندهنده یک سطح نامناسب برای رنگ آمیزی است).

درجه F 1 نیز نشانگر تمیزکاری با شعله (Flame Cleaning) می باشد که در این حالت سطح فلز در هنگام بازرسی بدون ذره بین باید عاری از هرگونه رسوبات حاصل از خورد ، زنگ زدگی و مواد خارجی باشد و هر گونه آلودگی باقی مانده فقط باید بصورت تغییر رنگ در سطح بنظر برسد (عکسهای استاندارد DF 1 و CF 1 و BF 1 و AF 1) در ضمن قبل از تمیزکاری با شعله ، هر گونه لایه های سنگین زنگ زدگی باید از روی سطح کنده شود و پس از تمیزکاری با شعله نیز سطح باید با دستگاههای حاوی برسهای سیمی قدرتمند تمیز شود.

ب) استاندارد SSPC سطوحی را که توسط دست یا ماشین ، زنگ و سایر مواد آلوده آنها پاک شده و آماده سازی شده باشند به شرح ذیل درجه بندی می نماید:

۱- تمیزکاری توسط حلال (SSPC- SP 1 – Solvent Cleaning)

۲- تمیزکاری با ابزاردستی (SSPC- SP 2 – Hand tool Cleaning)

۳- تمیزکاری با ابزار مکانیکی (SSPC-SP 3 – Power tool Cleaning)

۴- تمیزکاری با شعله (SSPC- SP 4 – Flame Cleaning of new steel)

۵- تمیزکاری بصورت شن پاشی (Blast) به حدی که فلز سفید شود.



(SSPC- SP5- White metal blast Cleaning ~ Sa 3) در این روش تقریباً 100%

آلودگیهای سطح باید بر طرف گردند.

۶- تمیزکاری با Blast بطوریکه تقریباً 67% سطح عاری از رنگ و مواد خارجی گردند.

(SSPC-SP 6 – Commercial Blast – Cleaning ~ Sa 2)

۷- تمیزکاری با برس تا حدی که رنگ و مواد خارجی که شل هستند کنده شوند و ذراتی که محکم

به سطح فلز چسبیده اند باقی بمانند (SSPC-SP 7- Brush off blast Cleaning ~ Sa 1)

۸- اسید شویی (SSPC – SP 8 Pickling)

۹- تمیزکاری ذرات خارجی توسط دمش هوا (پس از بلاست)

(SSOC-SP 9 – Weathering Followed by blast Cleaning)

۱۰- تمیزکاری بصورت Blast به حدی که حداقل 95% مواد آلوده از روی سطح برداشته شود.

(SSPC-SP 10- Near white blast Cleaning)

۸-۳- اندازه گیری درجه زبری (پروفیل) سطح :

زنگ زدایی سطوح فلزی با روش بلاستینگ (Blasting) روی سطح فلز ایجاد زبری می کند و شدت این زبری بسیار مهم است زبری یا پروفیل سطح ، متوسط اندازه قله تا گودی ایجاد شده روی سطح بوسیله پاشش دانه های ساینده است زبری با توجه به نوع ساینده مورد استفاده متفاوت است . جهت بدست آوردن سطح با کیفیت مناسب ، مواد ساینده بایستی از اندازه های ریز و درشت تشکیل شده باشند. معمولاً ساینده های ریز باعث افزایش سرعت زنگ زدایی و ساینده های درشت ، موجب افزایش زبری سطح خواهند شد. بطور کل رابطه مستقیمی بین تمیزی سطح و زبری آن وجود ندارد.

میزان پروفیل سطح براساس نیاز پوششهای مختلف تعیین میگردد وعالماً بین ۳۰ تا ۱۰۰ میکرون است . برای رنگهای ساختمانی زبری کمتری نیاز است و برای رنگهای صنعتی و مقاوم پروفیل حداقل ۷۵ میکرون می باشد. انواع دانه های ساینده پروفیلهای مختلفی را تولید می نمایند. گلوله های فولادی (Shot) از ۷۴ تا ۱۱۷ میکرون ، براده های فلزی (Grit) از ۵۶ تا ۱۶۵ میکرون ، شن های سیلیسی حدود ۱۰۰ میکرون و سایر مواد معدنی تراشه های (Slag) دیگ بخار و تراشه مسی و نیکلی از ۹۰ تا ۱۵۲ میکرون پروفیل ایجاد می نمایند.



برای اندازه گیری زبری سطح از روشهای مختلفی استفاده می شود که از آن میان می توان به روش استفاده از **Elcometer**، تراشیدن زبری و ابزار مخصوص اندازه گیری پروفیل (**Profile guage**) اشاره نمود که برای استفاده در کارگاهها رایج می باشند.

۸-۸-۴- نکاتی در مورد تمیزکاری سطح با پاشش مواد ساینده :

۱- تمیزکاری هرگز نباید در نزدیکی محل رنگ آمیزی و یا سطح تازه رنگ شده انجام شود چون به آن صدمه می زند.

۲- تمیزکاری باید در رطوبت کمتر از 85% و ترجیحاً در دمای بیشتر از 4°C انجام شود.

۳- قبل از تمیزکاری باید موادی مانند چربی، خاک، سایر ذرات چسبیده بوسیله هوای فشرده و یا عملیات چربی گیری پاک شود. کلیه ترک ها و نواقص جوشکاری در حد امکان رفع شود و لبه های تیز قطعه گرد شود.

۴- بعد از تمیزکاری باقیمانده دانه های ساینده از روی سطح پاک شود و ترجیحاً توسط دمش هوای فشرده عاری از آب و روغن تمیز گردد و به محض اتمام کار، برای جلوگیری از شروع خوردگی سریعاً رنگ آمیزی آغاز گردد و در صورتی که رنگ آمیزی سریع امکان نداشته باشد یک آستر کارگاهی مناسب به ضخامت کم (حدود ۲۰ میکرون) برای پوشاندن سطح استفاده شود.

۵- برای ارزیابی میزان گرد و غبار موجود بر روی سطوح سندبلاست شده طبق استاندارد **ISO 8502-3** می توان از یک چسب به پهنای ۲۵ میلیمتر و طول ۱۵۰ میلیمتر را بر روی سطح چسبانده و با انگشت مالش داد تا بخوبی به سطح بچسبد. سپس چسب را جدا کرده و روی یک برگه کاغذ یا شیشه بچسبانید. مقدار و ابعاد ذرات چسبیده چسب طبق استاندارد از ۰ تا ۵ درجه بندی می شوند. جهت مشاهده بهتر ذرات می توان از بزرگنمایی تا ۱۰ برابر استفاده کرد.

پیوست ۸-۹ - روش نمونه برداری صحیح از محموله های رنگ

قبل از نمونه برداری از کلیه رنگها و اجزای مایع آن لازم است هر یک از این مواد بوسیله میکسر یا کاردک تمیز و خشک یا ابزار مشابهی که ارتفاع آن تا ته ظرف برسد کاملاً هم زده شوند تا در صورتی که ته نشینی یا دو فاز شدن وجود داشته باشد کاملاً بصورت هموژن و یکنواخت در آیند و در صورتی که رنگ دارای ته نشینی سخت بوده و یکنواختی حاصل نگردد این عمل باید توسط میکسر انجام شده و مورد ، توسط نمونه بردار گزارش گردد. مقدار نمونه های مورد نیاز برای رنگهای یک جزئی معمولاً حدود یک کیلوگرم از هر بیج تولیدی می باشد و برای رنگهای دو یا سه جزئی با توجه به نسبت اختلاط اجزاء که از طرف سازنده رنگ تعیین شده است نمونه برداری از اجزاء رنگ باید بصورتی باشد که مجموع مقادیر اجزا در حدود دو کیلوگرم یا بیشتر باشد (از هر بیج تولید) در صورتی که تعداد بیج های موجود بیش از سه بیج باشد و مقادیر موجود از هر بیج کمتر از ۵۰۰ کیلوگرم باشد می توان بطور تصادفی از بین هر دو یا سه بیج ، از یک بیج نمونه برداری نمود مگر در مواردیکه امکان تفاوت خواص بین بیج های مختلف رنگ زیاد باشد و یا اینکه مقادیر خریداری شده از هر بیج بیش از ۵۰۰ کیلوگرم باشد که در این موارد باید از هر بیج یک نمونه برداشته شود.



پیوست ۸-۱۰- روش های اعمال رنگ و بررسی عیوب فیلم رنگ در حین اجرای رنگ آمیزی
اعمال صحیح رنگ تاثیر زیادی بر بازدهی سیستم رنگ دارد. بطور کلی سه روش متداول برای
اعمال رنگ وجود دارد :

۱- روش اسپری با هوا (Air Spray) :

در این روش رنگ با جریان سریع هوا مخلوط شده و بصورت ذرات اتمیزه شده به سمت سطح
هدایت میشود. مخلوط هوا و ذرات رنگ چنان اغتشاش بالایی دارد که مقداری از رنگ اتمیزه شده
در خارج از محدوده مورد نظر پخش می شود. بدین لحاظ اطراف منطقه مورد نظر برای رنگ آمیزی
باید کاملاً پوشانده شود و فرد اعمال کننده نیز باید از ماسکهای تنفسی استفاده کند تا ذرات رنگ
وارد سیستم تنفسی اش نشود.

۲- روش اسپری بدون هوا (Air Less Spray) :

در این روش ، رنگ تحت فشار بسیار بالا (۱۰۰ تا ۴۰۰ بار) به تفنگ اسپری ارسال شده و سپس از
یک نازل خیلی کوچک عبور کرده و اتمیزه می شود. با این روش علاوه بر اینکه می توان
ضخامتهای بیشتری را اعمال کرد ، اسپری زائد و خارج از محدوده نیز بسیار کمتر است . سرعت
رنگ آمیزی نیز نسبت به اسپری با هوا بیشتر است چون مقدار خروجی رنگ به علت عدم حضور
هوا ، به مراتب بیشتر است . همچنین چون فشار این نوع اسپری بسیار بالا می باشد باید نکات ایمنی
در موقع کار و تمیز کردن تفنگ اسپری دقیقاً رعایت شود. کیفیت فیلم رنگ اعمال شده نیز شدیداً به
شرایط جوی وابسته است و شرایط بد جوی بخصوص در فصل زمستان خطری دائمی برای عملیات
رنگ آمیزی می باشد.

۳- استفاده از قلم مو یا غلنک (رولر) :

این روش نسبت به روش اسپری تلفات رنگ بسیار کمتری داشته ولی سرعت کار به مراتب کندتر از
کار با اسپری می باشد.

در جدول زیر فهرست تعدادی از مشکلات کاربردی در هنگام رنگ آمیزی و روشهای رفع آن ذکر شده است :

کاربرد رنگ مشکلات و راه حل ها

مشکل	علت بروز مشکل	راه حل
اسپری بیش از اندازه و بوجود آمدن مه در موقع اسپری	- اتمیزه شدن بیش از اندازه - استفاده بیش از حد از حلال (تینر) - فاصله پستوله از سطح	- کاهش فشار پمپ - بیش از حد لازم حلال استفاده نشود - فاصله پستوله باید حدود ۴۰ سانتیمتر از سطح باشد
تاول زدن رنگ (Blistering)	- وجود مواد زائدی مانند روغن ، گریس و یا رنگ - رطوبت	- سطح قبل از اعمال رنگ کاملاً با حلال مناسب از مواد زائد شسته شود - مطمئن شوید دمای سطح حداقل ۳ درجه سانتیگراد بیش از نقطه شبنم باشد
پوست پرتقالی شدن رنگ (Orange peel)	- رنگ خیلی ضخیم است - رنگ خیلی سرد است	- مقدار مناسب حلال (تینر) اضافه کنید - رنگ را حداقل تا ۲۰ درجه سانتیگراد گرم کنید
ایجاد حفره های ریز یا چشم ماهی (Cratering)	- اتمیزه شدن ضعیف - روغن یا گریس بر روی سطح باقی مانده - ضخامت فیلم تر بسیار زیاد است	- فشار پمپ را افزایش دهید - سطح با حلال (تینر) مناسب از مواد روغنی شسته شود - رنگ کمتری با حرکت سریع پستوله اعمال کنید
شره کردن رنگ (Sagging)	- فاصله پستوله خیلی نزدیک است - زاویه پستوله نسبت به سطح غلط است - ضخامت بیش از حد مجاز فیلم تراست - رقیق بودن بیش از حد	- فاصله پستوله باید حدود ۴۰ سانتیمتر از سطح باشد - پستوله با زاویه قائم به سطح نگه داشته شود - نازل اشتباه انتخاب شده یا اعمال کننده مهارت کافی ندارد. - حلال (تینر) بیش از اندازه استفاده نشود
رگه رگه شدن رنگ	- نازل کهنه شده یا خیلی بزرگ است - رنگ سرد است - ویسکوزیته زیاد رنگ	- نازل نو یا کوچکتری انتخاب کنید - رنگ گرم شود یا فشار پمپ زیاد شود - رنگ را با حلال (تینر) مناسب رقیق کنید یا فشار پمپ را افزایش دهید
اسپری شدن خارج از محدوده	- اتمیزه شدن بیش از حد - انتخاب نازل اشتباه (خیلی نازک)	- فشار پمپ را کاهش دهید - از نازل بزرگتر استفاده کنید



- پیستوله را به سطح نزدیکتر و در زاویه صحیح نگه دارید.	- نحوه اسپری کردن	(Over Spary)
--	-------------------	--------------



پیوست ۸-۱۱- روش عملی اندازه گیری **Pot life** برای رنگهای دو جزئی یا سه جزئی:

اندازه گیری **Pot life** یا زمان مجاز نگهداری مخلوط اجزاء در رنگهای دو جزئی یا سه جزئی ، در آزمایشگاه طبق استاندارد **ISO 9514** قابل انجام می باشد اما در کارگاه بعمل فراهم نبودن شرایط آزمایش می توان با استفاده از یک روش عملی زمان تقریبی **Pot life** را بدست آورد:

حجم یا وزن معینی از اجزاء رنگ را با توجه به نسبتهای تعیین شده از طرف سازنده رنگ با هم مخلوط نمایید بطوریکه وزن مخلوط اجزاء بیش از ۵۰۰ گرم باشد. سپس مقدار ۵۰۰ گرم از مخلوط فوق را در یک ظرف مناسب ریخته و آن را به حال خود بگذارید. در فواصل زمانی ۵ دقیقه ای مخلوط را کنترل کنید. رنگ باید کاملاً حالت مایع و روان داشته باشد و سفت نشده باشد. کمترین زمانی که در آن مخلوط اجزای رنگ حالت ژل شدگی یا سفت شدن پیدا کند زمان تقریبی **Pot life** می باشد که باید همراه با دما، رطوبت و سایر شرایط محیطی گزارش گردد.



پیوست ۸-۱۲- روش اندازه گیری ویسکوزیته با فوردکاپ (طبق استاندارد DIN 53211 و ASTM)

D1200

ویسکوزیته یا گرانیروانی رنگ، یکی از خواص رئولوژیک رنگ است که در سهولت کاربرد رنگ تاثیر زیادی دارد. ویسکوزیته رنگ را می توان با روشهای مختلف اندازه گیری نمود که ساده ترین روش در کارگاه استفاده از کاپ مخصوص اندازه گیری ویسکوزیته می باشد. در این روش زمان جریان یافتن 100 ± 1 سانتیمتر مکعب از رنگ با ماده مورد آزمون از روزنه خروجی کاپ که دارای قطر مشخص میباشد، در درجه حرارت معین اندازه گیری میگردد.

کاپهای اندازه گیری ویسکوزیته در شماره های مختلف وجود دارند که رایج ترین آنها کاپهای شماره ۴ و ۶ می باشند. در صورتیکه رنگ نسبتاً رقیق باشد از کاپ شماره ۴ و در صورتی که نسبتاً غلیظ باشد از کاپ شماره ۶ استفاده می شود. به عبارت دیگر کاپی که زمان ریزش رنگ یا ماده مورد آزمون از آن حدود ۲۰ تا ۱۰۰ ثانیه باشد مناسب ترین کاپ می باشد. قبل از انجام آزمون باید مطمئن شد که کاپ مورد استفاده استاندارد و کالیبره شده باشد. در غیر اینصورت باید آن را بوسیله مایعات با ویسکوزیته استاندارد کالیبره نمود (کالیبراسیون معمولاً باید هر ۶ ماه یکبار انجام گیرد).

رنگ مورد آزمون نیز باید کاملاً یکنواخت و بدون حباب و پوسته باشد و دمای آن در $25 \pm 2^\circ\text{C}$ تنظیم شده باشد. در صورت عدم امکان تنظیم دما در کارگاه، دمای محیط باید یادداشت شده و گزارش گردد. همچنین آزمون باید دور از جریان هوا و تغییرات سریع دما انجام شود.

برای انجام آزمایش کاپ را روی سه پایه مخصوص آن قرارداده و با قراردادن یک انگشت در زیر کاپ، سوراخ خروجی آن را ببندید. کاپ را درست تا لبه آن با رنگ یا ماده مورد آزمایش پر کنید تا زمانی که سطح رنگ در کاپ بصورت محدب قرارگیرد. سپس رنگ اضافی را با استفاده از کاردک یا بوسیله قراردادن یک صفحه شیشه ای روی کاپ و لغزاندن آن در جهت افقی، خالی کنید. سپس ظرفی مناسب را زیر سوراخ کاپ قرارداده و همزمان با برداشتن انگشت از سوراخ کاپ، کروномتر را روشن کنید. وقتی جریان رنگ قطع شد (یا بصورت قطره قطره و متقطع درآمد) کروномتر را خاموش کنید و زمان خروج رنگ را یادداشت نمایید. اندازه گیری ویسکوزیته را سه بار انجام داده و میانگین نتایج حاصله را یادداشت نموده و گزارش نمایید.



(تبصره : در صورتی که تنظیم دمای رنگ در کارگاه ممکن نباشد دمای محیط را نیز یادداشت نموده
و گزارش نمایید)

پیوست ۸-۱۳- روش اندازه گیری ضخامت فیلم تر رنگ (WFT) طبق استاندارد (ASTM D

1212)

برای اندازه گیری ضخامت فیلم رنگ ، انواع ضخامت سنج های فیلم تر با محدوده های اندازه گیری مختلف موجود است که انواع متداول آن به شرح زیر می باشد:

الف) برای محدوده ضخامتهای بین ۰ تا ۶ میل (۰ تا ۱۵۰ میکرون) با درجه بندی ۰/۵ میل (حدود ۱۳ میکرون)

ب) برای محدوده ضخامتهای بین ۶ تا ۱۰ میل (۱۵۰ تا ۲۵۰ میکرون) با درجه بندی ۱ میل (۲۵ میکرون)

ج) برای محدوده ضخامتهای بین ۱۰ تا ۳۰ میل (۲۵۰ تا ۷۵۰ میکرون) با درجه بندی ۲ میل (۵۰ میکرون)

د) برای محدوده ضخامتهای بالاتر از ۳۰ میل (۷۵۰ میکرون) با درجه بندی ۵ میل (۱۲۵ میکرون)

ابتدا با توجه به ضخامت تقریبی فیلم تر ، یکی از ضخامت سنج های فوق را که دارای محدوده مناسب باشد انتخاب نموده و سریعاً پس از اعمال رنگ ، ضخامت سنج را سریعاً بطور عمود بر سطح روی سطح فیلم رنگ مورد بازرسی قرار داده و در آن فرو ببرید بطوریکه دو انتهای ابزار ، تماس بر سطح زیرین فیلم رنگ قرار گیرد پس از چند ثانیه ابزار را به همان صورت عمودی بلند کرده و از فیلم رنگ خارج کنید. دندانهای آن را که کوتاهترین اثر رنگ روی آن مشاهده می شود مشخص کنید. ضخامت فیلم تر رنگ ، ضخامتی بین این دندان و دندان بعدی ضخامت سنج است که به رنگ آغشته نمی باشد. این ضخامت را یادداشت کنید . این کار را در چند نقطه از فیلم رنگ انجام داده و میانگین ضخامتهای اندازه گیری شده را بعنوان ضخامت فیلم تر رنگ (WFT) ثبت نمایید.



پیوست ۸-۱۴- روش اندازه گیری زمان خشک شدن سطحی ، عمقی و سخت شدن کامل

(Curing)

(طبق استاندارد ASTM D 1640 و استانداردهای ایران)

الف) برای اندازه گیری زمان خشک شدن سطحی (Touch dry) نوک انگشت تمیز را با فیلم تماس دهید (بدون فشار زیاد ، با فشاری حدوداً معادل وزنه ۵۰۰ گرمی) و فوراً نوک انگشت را دوباره روی یک قطعه تمیز و شفاف شیشه ای قرار دهید. زمانی که رنگ به انگشت نچسبد و رنگی به قطعه شیشه ای تمیز انتقال نیابد ، رنگ بصورت سطحی خشک شده است و فاصله زمانی اعمال رنگ تا زمان فوق بعنوان زمان خشک شدن سطحی در نظر گرفته می شود.

ب) برای اندازه گیری زمان خشک شدن عمقی (deep dry) در مواردی که امکان داشته باشد ، انگشت شست را روی فیلم رنگ و انگشت سبابه را پشت سطح رنگ آمیزی شده قرارداده و بیشترین فشار ممکن را به سطح فیلم رنگ دارد کنید (بدون چرخش روی فیلم رنگ) و در مواردی که امکان این کار وجود نداشته باشد برای اندازه گیری تقریبی زمان خشک شدن عمقی باید تا حد ممکن با انگشت سبابه بصورت عمود بر سطح فیلم رنگ فشار وارد نمود (بدون چرخش روی فیلم رنگ) یا اینکه یک تکه پارچه کتان را روی سطح فیلم رنگ قرارداده و وزنه ای معادل ۲ کیلوگرم را به مدت ۱ دقیقه روی آن قرار دهید. در صورتیکه رنگ بصورت عمقی خشک شده باشد نباید اثری از انگشت و یا اثری از خطوط پارچه روی سطح فیلم رنگ باقی بماند.

ج) حداقل زمانی که لازم است تا فیلم خشک رنگ به یک سختی تقریباً ثابت برسد و افزایش محسوسی از نظر سختی نداشته باشد زمان سخت شدن یا Curing نامیده می شود. سختی فیلم رنگ را با توجه به شرایط موجود ، می توان با روشهای مختلفی از جمله استفاده از سختی سنج های پاندولی یا خراش دهنده براساس استاندارد ASTM D 4366 اندازه گیری نمود. اما در صورتی که دستگاهی برای اندازه گیری سختی در اختیار نداشته باشیم زمان تقریبی سخت شدن یا کیورینگ را می توانیم زمانی در نظر بگیریم که پس از گذشت آن زمان قادر نباشیم با نوک ناخن روی سطح فیلم رنگ خراش ایجاد کنیم.



(توجه : هنگام گزارش زمان خشک شدن رنگ و کیورینگ ، دمای محیط و ضخامت فیلم تر رنگ نیز حتماً باید گزارش گردد. همچنین در مورد رنگهای حساس به رطوبت مانند رنگهای اتیل سیلیکات رطوبت محیط نیز باید ذکر گردد)

پیوست ۸-۱۵- روش تست چسبندگی فیلم رنگ با روش TAPE (طبق استاندارد ASTM D 3359)

این آزمون وابسته به ضخامت فیلم خشک رنگ، ممکن است به دو روش زیر انجام گیرد:

۱- ش A (X-Cut) برای ضخامتهای بیشتر از ۱۲۵ میکرون فیلم خشک

۲- ش B (Cross-Cut) برای ضخامتهای کمتر از ۱۲۵ میکرون فیلم خشک

روش A (X-Cut): در این روش به کمک یک چاقوی نوک تیز یا سایر وسایل برنده که نوک آنها کاملاً تیز باشد دو خراش بصورت X که زاویه کوچکتر بین خطوط آنحدود ۳۰ تا ۴۵ درجه باشد ایجاد میکنند. طول خراشها باید حدوداً ۱/۵ اینچ (۴۰ میلیمتر) باشد. سپس اطراف خراشها را با یک برس نرم کاملاً تمیز کرده و یک قطعه چسب نواری بطول حدود ۳ اینچ (۷۵ میلیمتر) را در محل تقاطع خراش ها و در امتداد خراشها می چسبانیم (قدرت و نوع نوار چسب باید مطابق استاندارد IEC-454(Part2) بوده و

می تواند بطور توافقی انتخاب شود که طبق استاندارد ASTM D 3330 قابل اندازه گیری می باشد. همچنین پهنای چسب باید حدود ۲۵ میلیمتر بوده و چسب نیمه شفاف و حساس به فشار باشد). سپس با فشار انگشت و یا بانه مداد یا با مالش مداد پاک کن حبابهای زیر نوار چسب را خارج کنید تا نوار چسب کاملاً به سطح رنگ بچسبد. پس از گذشت 30 ± 90 ثانیه چسب را با یک حرکت سریع و پیوسته از فیلم رنگ جدا کرده و مطابق جدول زیر درجه چسبندگی را که از 0A تا 5A درجه بندی شده است می خوانند.

درجه چسبندگی	شرح
5A	هیچگونه پوسته شدن یا برداشت رنگ در اطراف خراشها مشاهده نمی شود
4A	پوسته شدن یا برداشت رنگ بصورت بسیار جزئی در اطراف شیارها مشاهده می شود
3A	مقدار پوسته شدن یا برداشت رنگ در اطراف شیارها تا حدود ۱/۶ میلیمتر از هر طرف شیار مشاهده می شود
2A	مقدار پوسته شدن یا برداشت رنگ در اطراف شیارها تا حدود ۳/۲ میلیمتر از هر طرف شیار

مشاهده می شود

پوسته شدن یا برداشت رنگ در بیشتر نواحی خراش X شکل که زیر نوار چسب قرار گرفته

1A

مشاهده می شود

برداشت رنگ در تمامی نواحی خراش X شکل مشاهده می شود

0A

روش B (Cross Cut): این روش برای رنگهایی که ضخامت فیلم خشک آنها کمتر از ۱۲۵ میکرون است بکار می رود. در صورتی که ضخامت فیلم خشک رنگ بین صفر و ۵۰ میکرون (۰ تا ۲ میل) باشد با کمک ابزار ویژه تست چسبندگی Cross Cut که فاصله تیغه های آن یک میلیمتر باشد دو سری خراش عمود بر هم ایجاد میکنند و در صورتی که ضخامت فیلم خشک رنگ بین ۵۰ تا ۱۲۵ میکرون (۲ تا ۵ میل) باشد با کمک ابزار ویژه Cross Cut که فاصله تیغه های آن ۲ میلیمتر باشد دو سری خراش عمود بر هم ایجاد می کنند بطوریکه اگر تعداد خراشهای موازی ایجاد شده ۶ عدد باشد ۲۵ مربع کوچک بصورت زیر ایجاد می شود.



طول تمامی خراشها باید حدود 3.4 اینچ (۲۰ میلیمتر) باشد.

سپس سطح مورد نظر را با برس نرم کاملاً تمیز نموده و یک قطعه چسب نواری (مطابق ویژگیهای ذکر شده در قسمت A) را روی خراشهای متقاطع می چسبانند بطوریکه کل خطوط متقاطع زیر نوار چسب قرار گیرند. سپس با انگشت یا ته مداد و یا مالش مداد پاک کن حبابهای هوای زیر نوار چسب را خارج میکنند تا چسب کاملاً به سطح رنگ بچسبد. پس از گذشت 30 ± 90 ثانیه سر آزاد نوار چسب را گرفته و با یک حرکت سریع و پیوسته از فیلم رنگ جدا کرده و با توجه به جدول زیر، درجه چسبندگی را که مطابق استاندارد ASTM D 3359 از 0B تا 5B درجه بندی شده است تعیین میکنند.

درجه چسبندگی

شرح

5B

اطراف خطوط برش(خراشها) کاملاً صاف باشد و هیچکدام از مربعهای ایجاد شده آسیب ندیده باشد.

4B

قطعات کوچکی از پوشش (اغلب در نقاط تقاطع خراشها) از سطح جدا شده باشد یعنی حدوداً کمتر از 5% سطح خراش داده شده آسیب دیده باشد.



- 3A قطعات کوچکی از پوشش در طول لبه ها و اطراف خراشها یعنی حدود 5 تا 15 درصد سطح خراش داده شده آسیب دیده باشد.
- 2B پوشش در نواحی حدود 15 تا 35 درصد سطح خراش داده شده آسیب دیده باشد.
- 1B پوشش در طول لبه ها بصورت نوارهای پهنی از سطح جدا شده و حدود 35 تا 65 درصد سطح خراش داده شده آسیب دیده باشد.
- 0B پوسته شدن و آسیب دیدگی بیش از درجه 1B باشد یعنی بیش از 65 درصد سطح خراش داده شده آسیب دیده باشد.

پیوست ۸-۱۶- روش عملی اندازه گیری براقیت فیلم رنگ براساس استاندارد ASTM D523 جهت اندازه گیری براقیت رنگ ، از دستگاههای مخصوص سنجش براقیت (gloss meter) استفاده میگردد. این دستگاهها انواع مختلف داشته اما اساس کار همگی آنها طبق استاندارد ASTM D523 بوده و ممکن است دارای سه ژنومتری مختلف بوده و قادر باشند براقیت را تحت سه زاویه 80,20,60 درجه اندازه گیری نمایند.

زاویه ۶۰ درجه برای رنگهای معمولی مورد استفاده می باشد و رایج ترین زاویه برای اندازه گیری براقیت است . زاویه ۲۰ درجه برای رنگهای بسیار براق (رنگهای دارای براقیت بالاتر از ۷۰ تحت زاویه ۶۰ درجه) و زاویه ۸۰ درجه برای رنگهای مات (رنگهای دارای براقیت کمتر از ۱۰ تحت زاویه ۶۰ درجه) مورد استفاده می باشد.

اندازه گیری براقیت بصورت عملی به شرح زیر انجام میگردد.

۱) دستگاه براقیت سنج را به کمک نمونه استاندارد همراه دستگاه کالیبره نمایید. توجه کنید که قبل از کالیبره نمودن زاویه مورد نظر برای اندازه گیری براقیت را درست انتخاب کرده باشید.

۲) قسمت اندازه گیری کننده دستگاه را روی فیلم رنگ تمیز که از خشک بودن آن اطمینان دارید قرار داده و دستگاه را روشن کرده و عدد نشان داده شده توسط دستگاه را بخوانید.

۳) اندازه گیری را برای هر متر مربع سطح رنگ آمیزی شده حداقل در ۱۰ تا ۱۵ نقطه در نواحی مختلف سطح رنگ آمیزی شده انجام دهید. این نقاط باید حداقل ۲۰ سانتیمتر با هم فاصله داشته باشند. از اعدادی که بیش از ۱۰ تا ۱۵ واحد با سایر اعداد تفاوت دارند صرف نظر نمایید و میانگین سایر اعداد را محاسبه نموده و بعنوان براقیت فیلم رنگ گزارش نمایید (توجه داشته باشید که اندازه گیری ها باید حداقل ۲۵ میلیمتر دورتر از لبه ها و گوشه های قطعه انجام شود).

۴) در گزارش اندازه گیری خود موارد زیر را ذکر نمایید:

- نوع دستگاه بکار رفته (مارک و شماره سریال آن)

- محدوده براقیتهای اندازه گیری شده (حداکثر و حداقل براقیت)

- میانگین براقیت خوانده شده

- زاویه اندازه گیری براقیت و ضخامت فیلم خشک رنگ در محدوده اندازه گیری



پیوست ۸-۱۷- روش عملی ضخامت سنجی فیلم خشک رنگ براساس ASTM D 1186
برای سنجش ضخامت خشک فیلم رنگ ممکن است از انواع ضخامت سنج (Thickness gauge) استفاده شود.

- ابتدا از کالیبره بودن دستگاه اطمینان حاصل کنید (کالیبره کردن توسط فیلمهای با ضخامت استاندارد که به همراه دستگاه موجود می باشد انجام میگیرد).
 - قبل از ضخامت سنجی از خشک بودن پوشش اطمینان حاصل کنید.
 - از تمیز بودن سنسور ابزار ضخامت سنجی و سطح رنگ شده اطمینان حاصل کنید. ضخامت سنجی بر روی سطوح آلوده به گرد و غبار و روغن فاقد اعتبار است.
 - برای مشخص شدن وضعیت پوشش ضخامت سنجی را در نقاط متعدد به میزان کافی به شرح ذیل انجام دهید.
 - الف) در آزمایشگاه در مساحت (۷۵×۱۵۰ میلیمتر) حداقل در ۳ موقعیت ضخامت سنجی شود (به تناسب ابعاد تعداد اندازه گیری زیاد می شود).
 - ب) در کارگاهها در مساحت یک متر مربع سطح رنگ شده حداقل باید در ۱۰ تا ۱۵ نقطه در نواحی مختلف سطح رنگ آمیزی شده ضخامت سنجی انجام شود. این نقاط باید حداقل ۲۰ سانتیمتر با هم فاصله داشته باشند.
 - اندازه گیری ها باید حداقل ۲۵ میلیمتر دورتر از لبه ها و گوشه های قطعه انجام شود (مگر در موارد خاص جهت اطمینان از صحت اندازه گیری)
 - در گزارش اندازه گیری خود موارد زیر را ذکر نمایید:
- ن آل اوسر و روش ویجنت مقیاس رد و غر رلک
 - فقط اکثر تولیدات اهل مقیاس جدید
 - مدله مد تاخت مقیاس ن یک نایه

Relative humidity, φ (%)	Air temperature, t (°C)									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
51	0,4	1,3	2,2	3,1	4,0	5,0	5,9	6,8	7,7	8,7
52	0,6	1,6	2,5	3,4	4,3	5,2	6,2	7,1	8,0	8,9
53	0,9	1,8	2,7	3,7	4,6	5,5	6,4	7,4	8,3	9,2
54	1,1	2,1	3,0	3,9	4,9	5,8	6,7	7,6	8,6	9,5
55	1,4	2,3	3,3	4,2	5,1	6,1	7,0	7,9	8,8	9,8
56	1,7	2,6	3,5	4,5	5,4	6,3	7,2	8,2	9,1	10,0
57	1,9	2,8	3,8	4,7	5,6	6,6	7,5	8,4	9,4	10,3
58	2,1	3,1	4,0	5,0	5,9	6,8	7,8	8,7	9,6	10,6
59	2,4	3,3	4,3	5,2	6,1	7,1	8,0	8,9	9,9	10,8
60	2,6	3,6	4,5	5,4	6,4	7,3	8,3	9,2	10,1	11,1
61	2,8	3,8	4,7	5,7	6,6	7,6	8,5	9,4	10,4	11,3
62	3,1	4,0	5,0	5,9	6,9	7,8	8,7	9,7	10,6	11,6
63	3,3	4,2	5,2	6,1	7,1	8,0	9,0	9,9	10,9	11,8
64	3,5	4,5	5,4	6,4	7,3	8,3	9,2	10,2	11,1	12,0
65	3,7	4,7	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4	10,4	11,3	12,3
66	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,6	12,5
67	4,2	5,1	6,1	7,0	8,0	8,9	9,9	10,8	11,8	12,7
68	4,4	5,3	6,3	7,2	8,2	9,2	10,1	11,1	12,0	13,0
69	4,6	5,5	6,5	7,5	8,4	9,4	10,3	11,3	12,2	13,2
70	4,8	5,8	6,7	7,7	8,6	9,6	10,5	11,5	12,5	13,4
71	5,0	6,0	6,9	7,9	8,8	9,8	10,6	11,7	12,7	13,6
72	5,2	6,2	7,1	8,1	9,0	10,0	11,0	11,9	12,9	13,8
73	5,4	6,4	7,3	8,3	9,2	10,2	11,2	12,1	13,1	14,1
74	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4	10,4	11,4	12,3	13,3	14,3
75	5,8	6,8	7,7	8,7	9,6	10,6	11,6	12,5	13,5	14,5
76	6,0	6,9	7,9	8,9	9,8	10,8	11,8	12,7	13,7	14,7
77	6,2	7,1	8,1	9,1	10,0	11,0	12,0	12,9	13,9	14,9
78	6,4	7,3	8,3	9,3	10,2	11,2	12,2	13,1	14,1	15,1
79	6,5	7,5	8,5	9,5	10,4	11,4	12,4	13,3	14,3	15,3
80	6,7	7,7	8,7	9,6	10,6	11,6	12,6	13,5	14,5	15,5
81	6,9	7,9	8,8	9,8	10,8	11,8	12,7	13,7	14,7	15,7
82	7,1	8,1	9,0	10,0	11,0	12,0	12,9	13,9	14,9	15,9
83	7,3	8,2	9,2	10,2	11,2	12,1	13,1	14,1	15,1	16,0
84	7,4	8,4	9,4	10,4	11,3	12,3	13,3	14,3	15,3	16,3
85	7,6	8,6	9,6	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,4	16,4
86	7,8	8,8	9,7	10,7	11,7	12,7	13,7	14,6	15,6	16,6
87	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,8	14,8	15,8	16,8
88	8,1	9,1	10,1	11,1	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0
89	8,3	9,3	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2	17,1
90	8,4	9,4	10,4	11,4	12,4	13,4	14,4	15,3	16,3	17,3
91	8,5	9,6	10,6	11,6	12,6	13,6	14,6	15,5	16,5	17,5
92	8,6	9,6	10,7	11,7	12,7	13,7	14,7	15,7	16,7	17,7
93	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9	16,9	17,8
94	9,1	10,1	11,1	12,1	13,1	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0
95	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2	17,2	18,2
96	9,4	10,4	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3
97	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5
98	9,7	10,7	11,7	12,7	13,7	14,7	15,7	16,7	17,7	18,7
99	9,9	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,8	16,8	17,8	18,8
100	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	-8,9	-8,0	-7,0	-6,1	-5,2	-4,3	-3,3	-2,4	-1,5	-0,6
52	-8,6	-7,7	-6,8	-5,9	-4,9	-4,0	-3,1	-2,1	-1,2	-0,3
53	-8,4	-7,5	-6,5	-5,6	-4,7	-3,7	-2,8	-1,9	-1,0	0,0
54	-8,2	-7,2	-6,3	-5,4	-4,4	-3,5	-2,6	-1,6	-0,7	0,2
55	-7,9	-7,0	-6,1	-5,1	-4,2	-3,3	-2,3	-1,4	-0,5	0,5
56	-7,7	-6,8	-5,8	-4,9	-3,9	-3,0	-2,1	-1,1	-0,2	0,7
57	-7,5	-6,6	-5,6	-4,7	-3,7	-2,8	-1,8	-0,9	0,0	1,0
58	-7,2	-6,3	-5,4	-4,4	-3,5	-2,5	-1,6	-0,7	0,3	1,2
59	-7,0	-6,1	-5,1	-4,2	-3,3	-2,3	-1,4	-0,4	0,5	1,4
60	-6,8	-5,9	-4,9	-4,0	-3,0	-2,1	-1,1	-0,2	0,7	1,7
61	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-2,8	-1,9	-0,9	0,0	1,0	1,9
62	-6,4	-5,4	-4,5	-3,5	-2,6	-1,6	-0,7	0,2	1,2	2,1
63	-6,2	-5,2	-4,3	-3,3	-2,4	-1,4	-0,5	0,5	1,4	2,4
64	-6,0	-5,0	-4,1	-3,1	-2,2	-1,2	-0,3	0,7	1,6	2,6
65	-5,8	-4,8	-3,9	-2,9	-2,0	-1,0	-0,1	0,9	1,8	2,8
66	-5,6	-4,6	-3,7	-2,7	-1,8	-0,8	0,2	1,1	2,1	3,0
67	-5,4	-4,4	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,4	1,3	2,3	3,2
68	-5,2	-4,2	-3,3	-2,3	-1,3	-0,4	0,6	1,5	2,5	3,4
69	-5,0	-4,0	-3,1	-2,1	-1,1	-0,2	0,8	1,7	2,7	3,6
70	-4,8	-3,8	-2,9	-1,9	-1,0	0,0	1,0	1,9	2,9	3,8
71	-4,6	-3,6	-2,7	-1,7	-0,8	0,2	1,2	2,1	3,1	4,0
72	-4,4	-3,5	-2,5	-1,5	-0,6	0,4	1,4	2,3	3,3	4,2
73	-4,2	-3,3	-2,3	-1,3	-0,4	0,6	1,5	2,5	3,5	4,4
74	-4,1	-3,1	-2,1	-1,2	-0,2	0,8	1,7	2,7	3,7	4,6
75	-3,9	-2,9	-1,9	-1,0	0,0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,8
76	-3,7	-2,7	-1,8	-0,8	0,2	1,1	2,1	3,1	4,0	5,0
77	-3,5	-2,6	-1,6	-0,6	0,4	1,3	2,3	3,3	4,2	5,2
78	-3,4	-2,4	-1,4	-0,4	0,5	1,5	2,5	3,4	4,4	5,4
79	-3,2	-2,2	-1,2	-0,3	0,7	1,7	2,6	3,6	4,6	5,6
80	-3,0	-2,0	-1,1	-0,1	0,9	1,9	2,8	3,8	4,8	5,7
81	-2,9	-1,9	-0,9	0,1	1,0	2,0	3,0	4,0	4,9	5,9
82	-2,7	-1,7	-0,7	0,2	1,2	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1
83	-2,5	-1,5	-0,6	0,4	1,4	2,4	3,3	4,3	5,3	6,3
84	-2,4	-1,4	-0,4	0,6	1,6	2,5	3,5	4,5	5,5	6,4
85	-2,2	-1,2	-0,2	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,6	6,6
86	-2,0	-1,1	-0,1	0,9	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8
87	-1,9	-0,9	0,1	1,1	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
88	-1,7	-0,8	0,2	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,1	7,1
89	-1,6	-0,6	0,4	1,4	2,4	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3
90	-1,4	-0,4	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
91	-1,3	-0,3	0,7	1,7	2,7	3,7	4,6	5,6	6,6	7,6
92	-1,1	-0,1	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8
93	-1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,9	6,9	7,9
94	-0,8	0,1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1
95	-0,7	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,2
96	-0,6	0,4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4
97	-0,4	0,5	1,8	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6
98	-0,3	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7
99	-0,1	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9
100	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
51	9,6	10,5	11,4	12,3	13,2	14,2	15,1	16,0	16,9	17,9
52	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2	18,1
53	10,1	11,1	12,0	12,9	13,8	14,8	15,7	16,6	17,5	18,4
54	10,4	11,3	12,3	13,2	14,1	15,0	16,0	16,9	17,8	18,7
55	10,7	11,6	12,6	13,5	14,4	15,3	16,3	17,2	18,1	19,0
56	11,0	11,9	12,8	13,8	14,7	15,6	16,5	17,5	18,4	19,3
57	11,2	12,2	13,1	14,0	15,0	15,9	16,8	17,8	18,7	19,6
58	11,5	12,4	13,4	14,3	15,2	16,2	17,1	18,0	19,0	19,9
59	11,8	12,7	13,6	14,6	15,5	16,4	17,4	18,3	19,2	20,2
60	12,0	12,9	13,9	14,8	15,8	16,7	17,6	18,6	19,5	20,4
61	12,3	13,2	14,1	15,1	16,0	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7
62	12,5	13,4	14,4	15,3	16,3	17,2	18,2	19,1	20,0	21,0
63	12,8	13,7	14,6	15,5	16,5	17,5	18,4	19,4	20,3	21,2
64	13,0	13,9	14,9	15,8	16,8	17,7	18,7	19,6	20,5	21,5
65	13,2	14,2	15,1	16,1	17,0	18,0	18,9	19,9	20,8	21,7
66	13,5	14,4	15,4	16,3	17,3	18,2	19,2	20,1	21,0	22,0
67	13,7	14,6	15,6	16,5	17,5	18,4	19,4	20,3	21,3	22,2
68	13,9	14,9	15,8	16,8	17,7	18,7	19,6	20,6	21,5	22,5
69	14,1	15,1	16,1	17,0	18,0	18,9	19,9	20,8	21,8	22,7
70	14,4	15,3	16,3	17,2	18,2	19,1	20,1	21,1	22,0	23,0
71	14,6	15,5	16,5	17,5	18,4	19,4	20,3	21,3	22,2	23,2
72	14,8	15,8	16,7	17,7	18,6	19,6	20,6	21,5	22,5	23,4
73	15,0	16,0	16,9	17,9	18,9	19,8	20,8	21,7	22,7	23,7
74	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	21,0	22,0	22,9	23,9
75	15,4	16,4	17,4	18,3	19,3	20,3	21,2	22,2	23,1	24,1
76	15,6	16,6	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,4	24,3
77	15,8	16,8	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,6	23,6	24,6
78	16,0	17,0	18,0	19,0	19,9	20,9	21,9	22,8	23,8	24,8
79	16,2	17,2	18,2	19,2	20,1	21,1	22,1	23,0	24,0	25,0
80	16,4	17,4	18,4	19,4	20,3	21,3	22,3	23,2	24,2	25,2
81	16,6	17,6	18,6	19,6	20,5	21,5	22,5	23,5	24,4	25,4
82	16,8	17,8	18,8	19,8	20,7	21,7	22,7	23,7	24,6	25,6
83	17,0	18,0	19,0	20,0	20,9	21,9	22,9	23,9	24,8	25,8
84	17,2	18,2	19,2	20,1	21,1	22,1	23,1	24,1	25,0	26,0
85	17,4	18,4	19,4	20,3	21,3	22,3	23,3	24,3	25,2	26,2
86	17,6	18,6	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5	24,5	25,4	26,4
87	17,8	18,8	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,6	25,6	26,6
88	18,0	18,9	19,9	20,9	21,9	22,9	23,9	24,8	25,8	26,8
89	18,1	19,1	20,1	21,1	22,1	23,1	24,0	25,0	26,0	27,0
90	18,3	19,3	20,3	21,3	22,3	23,2	24,2	25,2	26,2	27,2
91	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,4	27,4
92	18,7	19,6	20,6	21,6	22,6	23,6	24,6	25,6	26,6	27,6
93	18,8	19,8	20,8	21,8	22,8	23,8	24,8	25,8	26,8	27,7
94	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9	26,9	27,9
95	19,2	20,2	21,2	22,2	23,1	24,1	25,1	26,1	27,1	28,1
96	19,3	20,3	21,3	22,3	23,3	24,3	25,3	26,3	27,3	28,3
97	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5	24,5	25,5	26,5	27,5	28,5
98	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7	25,7	26,7	27,7	28,7
99	19,8	20,8	21,8	22,8	23,8	24,8	25,8	26,8	27,8	28,8
100	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	-43,6	-43,0	-42,4	-41,8	-41,2	-40,5	-39,9	-39,3	-38,7	-38,1
2	-37,1	-36,4	-35,8	-35,1	-34,5	-33,8	-33,2	-32,5	-31,9	-31,2
3	-33,1	-32,4	-31,7	-31,0	-30,3	-29,7	-29,0	-28,3	-27,7	-27,0
4	-30,1	-29,4	-28,7	-28,0	-27,3	-26,6	-25,9	-25,2	-24,5	-23,9
5	-27,7	-27,0	-26,3	-25,6	-24,9	-24,2	-23,5	-22,8	-22,1	-21,4
6	-25,8	-25,1	-24,3	-23,6	-22,9	-22,2	-21,4	-20,7	-20,0	-19,3
7	-24,1	-23,4	-22,6	-21,9	-21,1	-20,4	-19,7	-18,9	-18,2	-17,5
8	-22,6	-21,9	-21,1	-20,4	-19,6	-18,9	-18,1	-17,4	-16,6	-15,9
9	-21,3	-20,5	-19,8	-19,0	-18,3	-17,5	-16,7	-16,0	-15,2	-14,5
10	-20,1	-19,3	-18,6	-17,8	-17,0	-16,3	-15,5	-14,7	-14,0	-13,2
11	-19,0	-18,2	-17,4	-16,7	-15,9	-15,1	-14,3	-13,6	-12,8	-12,0
12	-18,0	-17,2	-16,4	-15,6	-14,9	-14,1	-13,3	-12,5	-11,7	-11,0
13	-17,0	-16,3	-15,5	-14,7	-13,9	-13,1	-12,3	-11,5	-10,7	-10,0
14	-16,2	-15,4	-14,6	-13,8	-13,0	-12,2	-11,4	-10,6	-9,8	-9,0
15	-15,3	-14,5	-13,7	-12,9	-12,1	-11,3	-10,5	-9,7	-8,9	-8,1
16	-14,6	-13,8	-13,0	-12,1	-11,3	-10,5	-9,7	-8,9	-8,1	-7,3
17	-13,8	-13,0	-12,2	-11,4	-10,6	-9,8	-9,0	-8,1	-7,3	-6,5
18	-13,1	-12,3	-11,5	-10,7	-9,9	-9,0	-8,2	-7,4	-6,6	-5,8
19	-12,5	-11,7	-10,8	-10,0	-9,2	-8,4	-7,5	-6,7	-5,9	-5,1
20	-11,8	-11,0	-10,2	-9,4	-8,5	-7,7	-6,9	-6,1	-5,2	-4,4
21	-11,2	-10,4	-9,6	-8,7	-7,9	-7,1	-6,2	-5,4	-4,6	-3,8
22	-10,7	-9,8	-9,0	-8,1	-7,3	-6,5	-5,6	-4,8	-4,0	-3,1
23	-10,1	-9,3	-8,4	-7,6	-6,7	-5,9	-5,1	-4,2	-3,4	-2,5
24	-9,6	-8,7	-7,9	-7,0	-6,2	-5,3	-4,5	-3,7	-2,8	-2,0
25	-9,1	-8,2	-7,4	-6,5	-5,7	-4,8	-4,0	-3,1	-2,3	-1,4
26	-8,6	-7,7	-6,8	-6,0	-5,1	-4,3	-3,4	-2,6	-1,7	-0,9
27	-8,1	-7,2	-6,4	-5,5	-4,6	-3,8	-2,9	-2,1	-1,2	-0,4
28	-7,6	-6,7	-5,9	-5,0	-4,2	-3,3	-2,4	-1,6	-0,7	0,1
29	-7,2	-6,3	-5,4	-4,6	-3,7	-2,8	-2,0	-1,1	-0,3	0,6
30	-6,7	-5,8	-5,0	-4,1	-3,3	-2,4	-1,5	-0,7	0,2	1,1
31	-6,3	-5,4	-4,6	-3,7	-2,8	-1,9	-1,1	-0,2	0,7	1,5
32	-5,9	-5,0	-4,1	-3,3	-2,4	-1,5	-0,6	0,2	1,1	2,0
33	-5,5	-4,6	-3,7	-2,8	-2,0	-1,1	-0,2	0,7	1,5	2,4
34	-5,1	-4,2	-3,3	-2,4	-1,6	-0,7	0,2	1,1	1,9	2,8
35	-4,7	-3,8	-2,9	-2,1	-1,2	-0,3	0,6	1,5	2,3	3,2
36	-4,3	-3,4	-2,6	-1,7	-0,8	0,1	1,0	1,9	2,7	3,6
37	-4,0	-3,1	-2,2	-1,3	-0,4	0,5	1,4	2,2	3,1	4,0
38	-3,6	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	0,8	1,7	2,6	3,5	4,4
39	-3,3	-2,4	-1,5	-0,6	0,3	1,2	2,1	3,0	3,9	4,8
40	-2,9	-2,0	-1,1	-0,2	0,6	1,5	2,4	3,3	4,2	5,1
41	-2,6	-1,7	-0,8	0,1	1,0	1,9	2,8	3,7	4,6	5,5
42	-2,3	-1,4	-0,5	0,4	1,3	2,2	3,1	4,0	4,9	5,8
43	-2,0	-1,1	-0,2	0,7	1,7	2,6	3,5	4,4	5,3	6,2
44	-1,7	-0,7	0,2	1,1	2,0	2,9	3,8	4,7	5,6	6,5
45	-1,3	-0,4	0,5	1,4	2,3	3,2	4,1	5,0	5,9	6,8
46	-1,1	-0,1	0,8	1,7	2,6	3,5	4,4	5,3	6,2	7,1
47	-0,8	0,2	1,1	2,0	2,9	3,8	4,7	5,6	6,5	7,5
48	-0,5	0,4	1,4	2,3	3,2	4,1	5,0	5,9	6,8	7,8
49	-0,2	0,7	1,6	2,6	3,5	4,4	5,3	6,2	7,1	8,1
50	0,1	1,0	1,9	2,8	3,8	4,7	5,6	6,5	7,4	8,4

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)									
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
51	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,3	24,2	25,2	26,1	27,0
52	19,1	20,0	20,9	21,8	22,7	23,7	24,6	25,5	26,4	27,3
53	19,4	20,3	21,2	22,1	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,6
54	19,7	20,6	21,5	22,4	23,4	24,3	25,2	26,1	27,0	28,0
55	20,0	20,9	21,8	22,7	23,7	24,6	25,5	26,4	27,4	28,3
56	20,3	21,2	22,1	23,0	24,0	24,9	25,8	26,7	27,7	28,6
57	20,5	21,5	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	28,0	28,9
58	20,8	21,8	22,7	23,6	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,2
59	21,1	22,0	23,0	23,9	24,8	25,8	26,7	27,6	28,6	29,5
60	21,4	22,3	23,2	24,2	25,1	26,1	27,0	27,9	28,9	29,8
61	21,6	22,6	23,5	24,5	25,4	26,3	27,3	28,2	29,1	30,1
62	21,9	22,9	23,8	24,7	25,7	26,6	27,5	28,5	29,4	30,4
63	22,2	23,1	24,1	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,7	30,6
64	22,4	23,4	24,3	25,3	26,2	27,2	28,1	29,0	30,0	30,9
65	22,7	23,6	24,6	25,5	26,5	27,4	28,4	29,3	30,2	31,2
66	22,9	23,9	24,8	25,8	26,7	27,7	28,6	29,6	30,5	31,5
67	23,2	24,1	25,1	26,0	27,0	27,9	28,9	29,8	30,8	31,7
68	23,4	24,4	25,3	26,3	27,2	28,2	29,1	30,1	31,0	32,0
69	23,7	24,6	25,6	26,5	27,5	28,4	29,4	30,3	31,3	32,2
70	23,9	24,9	25,8	26,8	27,7	28,7	29,6	30,6	31,6	32,5
71	24,2	25,1	26,1	27,0	28,0	28,9	29,9	30,8	31,8	32,8
72	24,4	25,3	26,3	27,3	28,2	29,2	30,1	31,1	32,0	33,0
73	24,6	25,6	26,5	27,5	28,5	29,4	30,4	31,3	32,3	33,3
74	24,8	25,8	26,8	27,7	28,7	29,7	30,6	31,6	32,5	33,5
75	25,1	26,0	27,0	28,0	28,9	29,9	30,9	31,8	32,8	33,7
76	25,3	26,3	27,2	28,2	29,2	30,1	31,1	32,0	33,0	34,0
77	25,5	26,5	27,4	28,4	29,4	30,3	31,3	32,3	33,2	34,2
78	25,7	26,7	27,7	28,6	29,6	30,6	31,6	32,5	33,5	34,4
79	26,0	26,9	27,9	28,9	29,8	30,8	31,8	32,7	33,7	34,7
80	26,2	27,1	28,1	29,1	30,0	31,0	32,0	33,0	33,9	34,9
81	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3	31,2	32,2	33,2	34,2	35,1
82	26,6	27,6	28,5	29,5	30,5	31,5	32,4	33,4	34,4	35,3
83	26,8	27,8	28,7	29,7	30,7	31,7	32,6	33,6	34,6	35,6
84	27,0	28,0	28,9	29,9	30,9	31,9	32,9	33,8	34,9	35,8
85	27,2	28,2	29,2	30,1	31,1	32,1	33,1	34,0	35,0	36,0
86	27,4	28,4	29,4	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,2	36,2
87	27,6	28,6	29,6	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,4	36,4
88	27,8	28,8	29,8	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,6
89	28,0	29,0	30,0	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,8
90	28,2	29,2	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,0
91	28,4	29,4	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3
92	28,6	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5
93	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7
94	28,9	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9
95	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,0
96	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,2	38,2
97	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4
98	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6
99	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8
100	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	-37,5	-36,9	-36,3	-35,8	-35,2	-34,6	-34,0	-33,4	-32,8	-32,2
2	-30,6	-30,0	-29,3	-28,7	-28,0	-27,4	-26,8	-26,1	-25,5	-24,9
3	-26,3	-25,6	-25,0	-24,3	-23,6	-23,0	-22,3	-21,7	-21,0	-20,3
4	-23,2	-22,5	-21,8	-21,1	-20,4	-19,7	-19,0	-18,4	-17,7	-17,0
5	-20,6	-19,9	-19,2	-18,5	-17,8	-17,1	-16,4	-15,7	-15,0	-14,3
6	-18,5	-17,8	-17,1	-16,4	-15,7	-15,0	-14,2	-13,5	-12,8	-12,1
7	-16,7	-16,0	-15,3	-14,6	-13,8	-13,1	-12,4	-11,6	-10,9	-10,2
8	-15,2	-14,4	-13,7	-12,9	-12,2	-11,5	-10,7	-10,0	-9,2	-8,5
9	-13,7	-13,0	-12,2	-11,5	-10,7	-10,0	-9,2	-8,5	-7,7	-7,0
10	-12,4	-11,7	-10,9	-10,2	-9,4	-8,6	-7,9	-7,1	-6,4	-5,6
11	-11,3	-10,5	-9,7	-9,0	-8,2	-7,4	-6,7	-5,9	-5,1	-4,4
12	-10,2	-9,4	-8,6	-7,9	-7,1	-6,3	-5,5	-4,8	-4,0	-3,2
13	-9,2	-8,4	-7,6	-6,8	-6,0	-5,3	-4,5	-3,7	-2,9	-2,1
14	-8,2	-7,4	-6,6	-5,9	-5,1	-4,3	-3,5	-2,7	-1,9	-1,1
15	-7,3	-6,5	-5,8	-5,0	-4,2	-3,4	-2,6	-1,8	-1,0	-0,2
16	-6,5	-5,7	-4,9	-4,1	-3,3	-2,5	-1,7	-0,9	-0,1	0,7
17	-5,7	-4,9	-4,1	-3,3	-2,5	-1,7	-0,9	-0,1	0,7	1,5
18	-5,0	-4,2	-3,4	-2,5	-1,7	-0,9	-0,1	0,7	1,5	2,3
19	-4,3	-3,4	-2,6	-1,8	-1,0	-0,2	0,6	1,4	2,3	3,1
20	-3,6	-2,8	-1,9	-1,1	-0,3	0,5	1,3	2,2	3,0	3,8
21	-2,9	-2,1	-1,3	-0,5	0,4	1,2	2,0	2,8	3,7	4,5
22	-2,3	-1,5	-0,6	0,2	1,0	1,8	2,7	3,5	4,3	5,2
23	-1,7	-0,9	0,0	0,8	1,6	2,5	3,3	4,1	5,0	5,8
24	-1,1	-0,3	0,5	1,4	2,2	3,1	3,9	4,7	5,6	6,4
25	-0,6	0,3	1,1	2,0	2,8	3,6	4,5	5,3	6,2	7,0
26	0,0	0,8	1,7	2,5	3,3	4,2	5,0	5,9	6,7	7,6
27	0,5	1,3	2,2	3,0	3,9	4,7	5,6	6,4	7,3	8,1
28	1,0	1,8	2,7	3,5	4,4	5,3	6,1	7,0	7,8	8,7
29	1,5	2,3	3,2	4,0	4,9	5,8	6,6	7,5	8,3	9,2
30	1,9	2,8	3,7	4,5	5,4	6,2	7,1	8,0	8,8	9,7
31	2,4	3,3	4,1	5,0	5,9	6,7	7,6	8,4	9,3	10,2
32	2,8	3,7	4,6	5,4	6,3	7,2	8,0	8,9	9,8	10,6
33	3,3	4,1	5,0	5,9	6,8	7,6	8,5	9,4	10,2	11,1
34	3,7	4,6	5,4	6,3	7,2	8,1	8,9	9,8	10,7	11,5
35	4,1	5,0	5,9	6,7	7,6	8,5	9,4	10,2	11,1	12,0
36	4,5	5,4	6,3	7,1	8,0	8,9	9,8	10,7	11,5	12,4
37	4,9	5,8	6,7	7,5	8,4	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8
38	5,3	6,2	7,1	7,9	8,8	9,7	10,6	11,5	12,4	13,2
39	5,7	6,5	7,4	8,3	9,2	10,1	11,0	11,9	12,8	13,6
40	6,0	6,9	7,8	8,7	9,6	10,5	11,4	12,3	13,1	14,0
41	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4
42	6,7	7,6	8,5	9,4	10,3	11,2	12,1	13,0	13,9	14,8
43	7,1	8,0	8,9	9,8	10,7	11,6	12,5	13,4	14,3	15,2
44	7,4	8,3	9,2	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5
45	7,7	8,6	9,5	10,4	11,3	12,3	13,2	14,1	15,0	15,9
46	8,0	9,0	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4	15,3	16,2
47	8,4	9,3	10,2	11,1	12,0	12,9	13,8	14,7	15,6	16,5
48	8,7	9,6	10,5	11,4	12,3	13,2	14,1	15,1	16,0	16,9
49	9,0	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
50	9,3	10,2	11,1	12,0	12,9	13,9	14,8	15,7	16,6	17,5

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)										
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	-25,8	-25,2	-24,6	-24,1	-23,5	-22,9	-22,3	-21,8	-21,2	-20,6	-20,1
2	-18,0	-17,4	-16,7	-16,1	-15,5	-14,9	-14,3	-13,6	-13,0	-12,4	-11,8
3	-13,1	-12,5	-11,8	-11,2	-10,5	-9,9	-9,2	-8,6	-8,0	-7,3	-6,7
4	-8,6	-8,9	-8,2	-7,5	-6,9	-6,2	-5,5	-4,9	-4,2	-3,6	-2,9
5	-6,7	-6,0	-5,3	-4,6	-4,0	-3,3	-2,6	-1,9	-1,2	-0,5	0,1
6	-4,3	-3,6	-2,9	-2,2	-1,5	-0,8	-0,1	0,6	1,3	2,0	2,7
7	-2,3	-1,6	-0,9	-0,1	0,6	1,3	2,0	2,7	3,4	4,1	4,8
8	-0,5	0,3	1,0	1,7	2,4	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	6,8
9	1,2	1,9	2,6	3,4	4,1	4,8	5,6	6,3	7,0	7,8	8,5
10	2,6	3,4	4,1	4,9	5,6	6,3	7,1	7,8	8,6	9,3	10,0
11	4,0	4,7	5,5	6,2	7,0	7,7	8,5	9,2	10,0	10,7	11,5
12	5,2	6,0	6,7	7,5	8,3	9,0	9,8	10,5	11,3	12,0	12,8
13	6,4	7,1	7,9	8,7	9,4	10,2	11,0	11,7	12,5	13,3	14,0
14	7,4	8,2	9,0	9,8	10,5	11,3	12,1	12,9	13,6	14,4	15,2
15	8,4	9,2	10,0	10,8	11,6	12,4	13,1	13,9	14,7	15,5	16,2
16	9,4	10,2	11,0	11,8	12,6	13,3	14,1	14,9	15,7	16,5	17,3
17	10,3	11,1	11,9	12,7	13,5	14,3	15,1	15,9	16,6	17,4	18,2
18	11,2	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	16,8	17,5	18,3	19,1
19	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	16,8	17,5	18,4	19,2	20,0
20	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	16,8	17,6	18,4	19,2	20,0	20,8
21	13,5	14,3	15,1	15,9	16,7	17,5	18,4	19,2	20,0	20,8	21,6
22	14,2	15,0	15,9	16,7	17,5	18,3	19,1	20,0	20,8	21,6	22,4
23	14,9	15,7	16,6	17,4	18,2	19,0	19,8	20,7	21,5	22,3	23,1
24	15,6	16,4	17,2	18,1	18,9	19,7	20,5	21,4	22,2	23,0	23,8
25	16,2	17,0	17,9	18,7	19,5	20,4	21,2	22,0	22,9	23,7	24,5
26	16,8	17,7	18,5	19,3	20,2	21,0	21,8	22,7	23,5	24,3	25,1
27	17,4	18,3	19,1	19,9	20,8	21,6	22,5	23,3	24,1	25,0	25,8
28	18,0	18,9	19,7	20,5	21,4	22,2	23,1	23,9	24,7	25,6	26,4
29	18,6	19,4	20,3	21,1	22,0	22,8	23,6	24,5	25,3	26,2	27,0
30	19,1	20,0	20,8	21,7	22,5	23,4	24,2	25,1	25,9	26,8	27,6
31	19,6	20,5	21,3	22,2	23,0	23,9	24,8	25,6	26,5	27,3	28,2
32	20,1	21,0	21,9	22,7	23,6	24,4	25,3	26,1	27,0	27,9	28,7
33	20,6	21,5	22,4	23,2	24,1	24,9	25,8	26,7	27,5	28,4	29,3
34	21,1	22,0	22,9	23,7	24,6	25,5	26,3	27,2	28,0	28,9	29,8
35	21,6	22,5	23,3	24,2	25,1	25,9	26,8	27,7	28,5	29,4	30,3
36	22,1	22,9	23,8	24,7	25,5	26,4	27,3	28,2	29,0	29,9	30,8
37	22,5	23,4	24,3	25,1	26,0	26,9	27,8	28,6	29,5	30,4	31,3
38	22,9	23,8	24,7	25,6	26,5	27,3	28,2	29,1	30,0	30,8	31,7
39	23,4	24,3	25,1	26,0	26,9	27,8	28,7	29,5	30,4	31,3	32,2
40	23,8	24,7	25,6	26,5	27,3	28,2	29,1	30,0	30,9	31,7	32,6
41	24,2	25,1	26,0	26,9	27,8	28,6	29,5	30,4	31,3	32,2	33,1
42	24,6	25,5	26,4	27,3	28,2	29,1	30,0	30,8	31,7	32,6	33,5
43	25,0	25,9	26,8	27,7	28,6	29,5	30,4	31,3	32,1	33,0	33,9
44	25,4	26,3	27,2	28,1	29,0	29,9	30,8	31,7	32,6	33,4	34,3
45	25,8	26,7	27,6	28,5	29,4	30,3	31,2	32,1	33,0	33,8	34,7
46	26,1	27,0	27,9	28,8	29,7	30,6	31,5	32,4	33,3	34,2	35,1
47	26,5	27,4	28,3	29,2	30,1	31,0	31,9	32,8	33,7	34,6	35,5
48	26,9	27,8	28,7	29,6	30,5	31,4	32,3	33,2	34,1	35,0	35,9
49	27,2	28,1	29,0	29,9	30,9	31,8	32,7	33,6	34,5	35,4	36,3
50	27,6	28,5	29,4	30,3	31,2	32,1	33,0	33,9	34,8	35,8	36,7

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)									
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
1	-31,6	-31,0	-30,4	-29,9	-29,3	-28,7	-28,1	-27,5	-26,9	-26,4
2	-24,2	-23,6	-23,0	-22,4	-21,7	-21,1	-20,5	-19,8	-19,2	-18,6
3	-19,7	-19,0	-18,4	-17,7	-17,0	-16,4	-15,7	-15,1	-14,4	-13,8
4	-16,3	-15,6	-15,0	-14,3	-13,6	-12,9	-12,3	-11,6	-10,9	-10,2
5	-13,6	-12,9	-12,2	-11,5	-10,9	-10,2	-9,5	-8,8	-8,1	-7,4
6	-11,4	-10,7	-10,0	-9,3	-8,6	-7,8	-7,1	-6,4	-5,7	-5,0
7	-9,5	-8,7	-8,0	-7,3	-6,6	-5,9	-5,1	-4,4	-3,7	-3,0
8	-7,8	-7,0	-6,3	-5,6	-4,8	-4,1	-3,4	-2,6	-1,9	-1,2
9	-6,2	-5,5	-4,8	-4,0	-3,3	-2,5	-1,8	-1,1	-0,3	0,4
10	-4,9	-4,1	-3,4	-2,6	-1,9	-1,1	-0,4	0,4	1,1	1,9
11	-3,6	-2,9	-2,1	-1,3	-0,6	0,2	0,9	1,7	2,5	3,2
12	-2,4	-1,7	-0,9	-0,1	0,6	1,4	2,2	2,9	3,7	4,4
13	-1,4	-0,6	0,2	1,0	1,7	2,5	3,3	4,0	4,8	5,5
14	-0,4	0,4	1,2	2,0	2,8	3,5	4,3	5,1	5,9	6,7
15	0,6	1,4	2,2	3,0	3,7	4,5	5,3	6,1	6,9	7,7
16	1,5	2,3	3,1	3,9	4,7	5,4	6,2	7,0	7,8	8,6
17	2,3	3,1	3,9	4,7	5,5	6,3	7,1	7,9	8,7	9,5
18	3,1	3,9	4,7	5,5	6,3	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4
19	3,9	4,7	5,5	6,3	7,1	7,9	8,7	9,6	10,4	11,2
20	4,6	5,4	6,3	7,1	7,9	8,7	9,5	10,3	11,1	11,9
21	5,3	6,1	7,0	7,8	8,6	9,4	10,2	11,1	11,9	12,7
22	6,0	6,8	7,6	8,5	9,3	10,1	10,9	11,8	12,6	13,4
23	6,6	7,5	8,3	9,1	9,9	10,8	11,6	12,4	13,3	14,1
24	7,2	8,1	8,9	9,7	10,6	11,4	12,2	13,1	13,9	14,7
25	7,9	8,7	9,5	10,4	11,2	12,0	12,9	13,7	14,5	15,4
26	8,4	9,3	10,1	10,9	11,8	12,6	13,5	14,3	15,1	16,0
27	9,0	9,9	10,7	11,5	12,4	13,2	14,0	14,9	15,7	16,6
28	9,5	10,4	11,2	12,1	12,9	13,8	14,6	15,5	16,3	17,2
29	10,0	10,9	11,7	12,6	13,4	14,3	15,2	16,0	16,9	17,7
30	10,5	11,4	12,3	13,1	14,0	14,8	15,7	16,5	17,4	18,2
31	11,0	11,9	12,8	13,6	14,5	15,3	16,2	17,1	17,9	18,8
32	11,5	12,4	13,2	14,1	15,0	15,8	16,7	17,6	18,4	19,3
33	12,0	12,8	13,7	14,6	15,4	16,3	17,2	18,0	18,9	19,8
34	12,4	13,3	14,2	15,0	15,9	16,8	17,6	18,5	19,4	20,3
35	12,9	13,7	14,6	15,5	16,4	17,2	18,1	19,0	19,9	20,7
36	13,3	14,2	15,1	15,9	16,8	17,7	18,6	19,4	20,3	21,2
37	13,7	14,6	15,5	16,4	17,2	18,1	19,0	19,9	20,8	21,6
38	14,1	15,0	15,9	16,8	17,7	18,5	19,4	20,3	21,2	22,1
39	14,5	15,4	16,3	17,2	18,1	19,0	19,8	20,7	21,6	22,5
40	14,9	15,8	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,1	22,0	22,9
41	15,3	16,2	17,1	18,0	18,9	19,8	20,7	21,5	22,4	23,3
42	15,7	16,6	17,5	18,4	19,3	20,2	21,0	21,9	22,8	23,7
43	16,1	16,9	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4	22,3	23,2	24,1
44	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,9	21,8	22,7	23,6	24,5
45	16,8	17,7	18,6	19,5	20,4	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9
46	17,1	18,0	18,9	19,8	20,7	21,6	22,5	23,4	24,3	25,2
47	17,5	18,4	19,3	20,2	21,1	22,0	22,9	23,8	24,7	25,6
48	17,9	18,7	19,6	20,5	21,4	22,3	23,2	24,1	25,1	26,0
49	18,1	19,0	19,9	20,8	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3
50	18,4	19,3	20,3	21,2	22,1	23,0	23,9	24,8	25,7	26,7

Relative humidity, ϕ (%)	Air temperature, t (°C)										
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	27,9	28,8	29,7	30,6	31,6	32,5	33,4	34,3	35,2	36,1	37,0
52	28,2	29,2	30,1	31,0	31,9	32,8	33,7	34,6	35,6	36,5	37,4
53	28,6	29,5	30,4	31,3	32,2	33,2	34,1	35,0	35,9	36,8	37,7
54	28,9	29,8	30,7	31,6	32,6	33,5	34,4	35,3	36,2	37,2	38,1
55	29,2	30,1	31,1	32,0	32,9	33,8	34,7	35,7	36,6	37,5	38,4
56	29,5	30,4	31,4	32,3	33,2	34,1	35,1	36,0	36,9	37,8	38,8
57	29,8	30,8	31,7	32,6	33,5	34,5	35,4	36,3	37,2	38,2	39,1
58	30,1	31,1	32,0	32,9	33,8	34,8	35,7	36,6	37,6	38,5	39,4
59	30,4	31,4	32,3	33,2	34,2	35,1	36,0	36,9	37,9	38,8	39,7
60	30,7	31,7	32,6	33,5	34,5	35,4	36,3	37,3	38,2	39,1	40,0
61	31,0	32,0	32,9	33,8	34,8	35,7	36,6	37,6	38,5	39,4	40,4
62	31,3	32,2	33,2	34,1	35,0	36,0	36,9	37,9	38,8	39,7	40,7
63	31,6	32,5	33,5	34,4	35,3	36,3	37,2	38,2	39,1	40,0	41,0
64	31,9	32,8	33,7	34,7	35,6	36,6	37,5	38,4	39,4	40,3	41,3
65	32,1	33,1	34,0	35,0	35,9	36,9	37,8	38,7	39,7	40,6	41,6
66	32,4	33,4	34,3	35,2	36,2	37,1	38,1	39,0	40,0	40,9	41,9
67	32,7	33,6	34,6	35,5	36,5	37,4	38,4	39,3	40,2	41,2	42,1
68	32,9	33,9	34,8	35,8	36,7	37,7	38,6	39,6	40,5	41,5	42,4
69	33,2	34,2	35,1	36,1	37,0	38,0	38,9	39,9	40,8	41,8	42,7
70	33,5	34,4	35,4	36,3	37,3	38,2	39,2	40,1	41,1	42,0	43,0
71	33,7	34,7	35,6	36,6	37,5	38,5	39,4	40,4	41,3	42,3	43,2
72	34,0	34,9	35,9	36,8	37,8	38,7	39,7	40,7	41,6	42,6	43,5
73	34,2	35,2	36,1	37,1	38,0	39,0	40,0	40,9	41,9	42,8	43,8
74	34,5	35,4	36,4	37,3	38,3	39,3	40,2	41,2	42,1	43,1	44,0
75	34,7	35,7	36,6	37,6	38,5	39,5	40,5	41,4	42,4	43,3	44,3
76	34,9	35,9	36,9	37,8	38,8	39,8	40,7	41,7	42,6	43,6	44,6
77	35,2	36,1	37,1	38,1	39,0	40,0	41,0	41,9	42,9	43,9	44,8
78	35,4	36,4	37,3	38,3	39,3	40,2	41,2	42,2	43,1	44,1	45,1
79	35,6	36,6	37,6	38,5	39,5	40,5	41,4	42,4	43,4	44,4	45,3
80	35,9	36,8	37,8	38,8	39,7	40,7	41,7	42,7	43,6	44,6	45,6
81	36,1	37,1	38,0	39,0	40,0	41,0	41,9	42,9	43,9	44,8	45,8
82	36,3	37,3	38,3	39,2	40,2	41,2	42,2	43,1	44,1	45,1	46,0
83	36,5	37,5	38,5	39,5	40,4	41,4	42,4	43,4	44,3	45,3	46,3
84	36,8	37,7	38,7	39,7	40,7	41,6	42,6	43,6	44,6	45,5	46,5
85	37,0	38,0	38,9	39,9	40,9	41,9	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8
86	37,2	38,2	39,2	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,0	46,0	47,0
87	37,4	38,4	39,4	40,4	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,2	47,2
88	37,6	38,6	39,6	40,6	41,5	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,4
89	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7
90	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	43,9	44,9	45,9	46,9	47,9
91	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,1	46,1	47,1	48,1
92	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,3	47,3	48,3
93	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6
94	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8
95	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0
96	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2
97	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4
98	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6
99	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8
100	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0